

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA JAKOSTI A SPOL.STROJŮ

**Nikl v kalech čistírny důlních vod**  
**Doly Nástup Tušimice**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Pošta, CSc.

Autor: Bc. Andrea Levá

2013

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Josefa Pošty, CSc. Uvedla jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala. Souhlasím s publikováním mé diplomové práce v informačním systému ČZU.

V Praze 20. dubna 2013

.....

Poděkování:

Děkuji vedoucímu práce prof. Ing. Josefu Poštovi, CSc., za odborné vedení, cenné rady, připomínky a věnovaný čas, který mi poskytl při zpracování této práce. Dále děkuji všem pracovníkům Dolů Nástup Tušimice, kteří mi poskytli materiály a všem blízkým za morální podporu.

V Praze 20. dubna 2013

.....

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá niklem, tedy toxickým a těžkým kovem, který se vyskytuje v čistírenských kalech na Dolech Nástup Tušimice. Popisuje postup zjišťování původu vysokých koncentrací niklu v čistírenských kalech a návrhy možností využití těchto kalů.

Práce přináší přehled problematiky čištění odpadních vod obecně i konkrétně, se zaměřením na průmyslové odpadní vody, speciálně vody důlní. Diplomová práce obsahuje informace obecně o vodách, dále zejména o odpadních vodách a poté konkrétně o průmyslových odpadních vodách. Je uveden také přehled české legislativy, vztahující se k řešené problematice. Prezentují se zde výsledky odběrů vzorků pro stanovení koncentrace niklu, které můžete shlédnout v následujících kapitolách.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

důlní odpadní vody, těžké kovy, nikl, kal

## **ABSTRACT**

My dissertation work is focused on nickel, toxic and heavy metal, found in sewage sludges on Doly Nástup Tušimice. It describes the procedures and origins of high concentrations of nickel in sewage sludge and proposals for possible usage of it.

The thesis provide an overview of the wastewater issues, treatment in general and specifically focuses on industrial waste waters, especially mining water. The thesis contain general information on water, as well as particular wastewater and then specifically on industrial wastewater. It presented an overview of Czech legislation related to the issue solved. It also resents the results of sampling for the determination of Ni, which you can see in the following chapters.

## **KEY WORDS**

Mining sewage, heavy metal, nickel, sludge

## **OBSAH**

1. ÚVOD .....	9
2. CÍL PRÁCE .....	11
3. TĚŽKÉ KOVY.....	12
3. 1 Nikl.....	13
4. ODPADNÍ VODY .....	16
4. 1 Průmyslové vody.....	17
4. 2 Důlní vody.....	19
5. ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD .....	20
5. 1 Čištění vod na DNT .....	20
6. POPIS LOKALITY.....	23
7. CHARAKTERISTIKA KALŮ .....	24
7. 1 Složení kalů.....	25
7. 1. 1 Popis kalů z ČDV Březno .....	25
7. 2 Využití kalů při hornické činnosti na DNT.....	27
7. 3 Podmínky pro využívání odpadů na DNT .....	30
7. 3. 1 Obecné podmínky pro využívání odpadů v lomu .....	30
7. 3. 2 Specifické podmínky pro využívání odpadů v lomu .....	31
8. POPIS ČDV BŘEZNO NA DNT .....	32
9. LEGISLATIVA.....	36
10. METODIKA .....	37
11. VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ VODY .....	38
12. ANALÝZA A HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....	43
12. 1 Závislost na lokalitě .....	43
12. 2 Závislost na srážkách .....	44
13. VÝSLEDKY A ANALÝZA SLEDOVÁNÍ KALŮ .....	47

14. MOŽNOSTI ODSTRANĚNÍ TĚŽKÝCH KOVŮ Z KALŮ.....	48
15. DISKUSE.....	50
16. ZÁVĚR .....	52
17. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	53
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	56
SEZNAM TABULEK.....	56
SEZNAM PŘÍLOH.....	57
SEZNAM FOTOGRAFIÍ.....	57

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

BSK	Biochemická spotřeba kyslíku
BTEX	Skupina cyklických uhlovodíků
č.	Číslo
ČDV	Čistírna důlních vod
ČEZ, a.s.	České energetické závody
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČS	Čerpací stanice
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DNT	Doly Nástup Tušimice
ELE	Elektrárna Ledvice
EOX	Extrahovatelné organicky vázané halogeny
ETU	Elektrárna Tušimice
HLČS	Hlavní čerpací stanice
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
k	Vodivost
katal.	Katalog
KÚ	Krajský úřad
ml	Mililitr
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NL	Nerozpustné látky
PAU	Polyaromatické uhlovodíky
Sb.	Sbírka
SD a.s.	Severočeské doly a.s.
suš.	Sušina
T	Teplota
TKO	Tuhý komunální odpad
VKS	Velkokapacitní skládka uhlí
VN	Vyrovňovací nádrž
vyhl.	Vyhláška



## 1. ÚVOD

Přírodní prostředí reprezentují tři hlavní složky, voda, vzduch a půda. Vliv odpadů a kalů postihuje všechny tři, a to vodu znečištěním, vzduch zamořením a půdu toxickým vlivem. Opatření prováděná v oblasti hospodaření s vodou však mohou zlepšovat poměry ve všech třech složkách.

Vliv odpadů a kalů na vodohospodářskou oblast přírodního prostředí se uplatňuje mnoha způsoby. Odpady a kaly působí v tuhé i tekuté formě, přímým stykem s vodním prostředím, svými výluhy a jejich infiltrací. Někdy se uplatňují okamžitě, jindy až po letech, a to dočasně nebo po dobu neurčitě dlouhou. Odpady a kaly se projevují někdy působením jedné, ale častěji několika látek, a to izolovaně nebo současně. Látky navíc reagují někdy navzájem, jindy se samotným prostředím a teprve posléze s vodním prostředím.

V dnešní době se kupí odpady tepelných elektráren, odpady vzniklé dolováním i odpady mnoha průmyslových odvětví a kaly městských i průmyslových čistíren. Pravděpodobně se nemusím příliš zmiňovat o velikosti problému odpadů a kalů a pokoušet se sestavit úhrnné bilance, aby vynikla velikost problému. Postačí, když si uvědomíme, že odpady v různé formě zbyly i po dávných kulturách. Například se v kulturních jámách lidí z doby neolitické našly vedle zbytků ohnišť i odpady různých látek.

Čištění městských i průmyslových odpadních vod, ať se provádí v jakémkoli rozsahu, je vždy spojeno s produkcí kalů. Ke kalům patří všechny příměsi (nerozpuštěné i rozpuštěné), zachycené v usazovacích i dosazovacích nádržích a v jiných zařízeních po mechanickém, biologickém a fyzikálně chemickém čištění.

Problém využívání kalů z městských a průmyslových odpadních čistíren byl již dávno předmětem zájmu vědců a odborníků, nikdy však nebyl tak aktuální a neodkladný jako v současné době vzhledem k rozsáhlým opatřením pro ochranu životního prostředí. V dnešní době jsou v oblasti čištění odpadních vod vypracovány příslušné normy a předpisy pro vypouštění vod do recipientů a provádějí se intenzivní opatření pro zajištění čištění odpadních vod, která odpovídají stále se zvyšujícím požadavkům na ochranu vodních toků před znečištěním.

Problém narůstá především lidskou činností, jejíž intenzita a forma je sice proměnlivá, ale ve své podstatě stále mohutní a stává se mnohotvárnější. Na přírodu,

vodu a vzduch nesmíme hledět jako na skladiště nepotřebného a škodlivého materiálu, který odkládáme tam, kde nám zatím nevádí. Víme, že „zatím“ má často dlouhodobý charakter. Někdy se zdá, že nám odpady skutečně nevádí, postupně však uvidíme, že tomu tak není.

## **2. CÍL PRÁCE**

Hlavním cílem práce je zjištění původu vysokých koncentrací niklu a navrhnout možnosti využití těchto kalů.

Dílčí cíle:

- Stanovení faktorů ovlivňujících kolísání obsahu niklu v kalech.
- Vyhodnocení výsledků (popis látkového toku Ni v systému důlní voda - kal, diskuse).
- Návrh vhodných opatření (vycházející z výsledků práce a požadavků předpisů).

### **3. TĚŽKÉ KOVY**

Těžké kovy jsou stálé a mají hustotu větší než  $5 \text{ g.cm}^{-3}$ . Patří sem: olovo, měď, nikl, kadmium, platina, zinek, rtuť a arzen. Z hlediska životního prostředí je významná jejich schopnost bioakumulace, tj. schopnost vstupovat do potravních řetězců a hromadit se v tělech živých organismů a způsobovat tak různá onemocnění. Většinou se jedná o onemocnění jater a ledvin, ale může jít i o další orgány. Např. bylo prokázáno, že kadmium se hromadí v kostech a způsobuje jejich měknutí, bioakumulace rtuti stejně jako bioakumulace olova působí na centrální nervovou soustavu, pouhý styk s niklem vyvolává dnes u mnoha lidí alergické reakce atp. (Moldán, 2001).

Na rozdíl od pesticidů a jiných organických látek nemohou být v organismech degradovány a mohou být odstraněny ze znečištěných vod jedině odseparováním, ať již pomocí chemické úpravy, nebo spolu s organismy, které je sorbovaly. Pouhé usazení do sedimentu vodních nádrží není konečným řešením, neboť vždy zůstává nebezpečí zpětného uvolňování ze sedimentů do vody.

Mnohé z těžkých kovů jsou nezbytné pro fyziologické a metabolické procesy v živých organismech v nízkých koncentracích. Přesto jsou všechny těžké kovy při dosažení určitých, dosud přesně nestanovených koncentrací, pro organismy toxické (Véber a Zahradník, 1986).

Téměř všechny kovy se ve vodách přirozeně vyskytují alespoň ve stopovém množství. Přirozená koncentrace kovů závisí především na geologických podmínkách, vyšší koncentrace bývají zaznamenány například v blízkosti rudných nalezišť. Těžké kovy se do vody dostávají i lidským přičiněním - jejich hlavními zdroji jsou odpadní vody z těžby a zpracování rud, z hutí a válcoven, z povrchových úpraven kovů, z fotografického, textilního a kožedělného průmyslu a dalších zdrojů. Také některé zemědělské chemikálie přispívají k obohacování prostředí těžkými kovy. Nezanedbatelný může být i přísun kovů v dešťových srážkách, a to zejména v oblastech s velkými tepelnými elektrárnami či spalovnami.

Kovy se ve vodách vyskytují v rozpuštěné i nerozpuštěné formě. Nerozpuštěné kovy se snadno ukládají do sedimentů, kde může být jejich koncentrace výrazně vyšší než v okolní vodě. Při změně fyzikálně-chemických podmínek se však mohou znovu uvolňovat do vody (remobilizovat). Bývá obtížné

rozlišit koncentrace kovů odpovídající přírodnímu pozadí a koncentraci kovů pocházející z lidské činnosti.

Z hlediska toxicity představují největší nebezpečí rtuť, kadmium, olovo a arsen. Tyto látky zpomalují růst organismu a činnost enzymů, a ovlivňují tak samočistící pochody v přírodních vodách i čištění odpadních vod v čistírnách. Mohou způsobovat i akutní nebo chronická onemocnění. K příkladům velkého znečištění patří znečištění pitné vody olovem ve 30. letech 20. stol. v Lipsku nebo otrava vody a ryb rtutí v 60. letech a kadmiiem v 70. letech v Japonsku.

Těžké kovy se mohou hromadit nejen v sedimentech, ale i ve vodních organismech. Tuto schopnost mají rtuť, olovo, selen, měď, zinek i další kovy. Pokud se těžké kovy dostávají např. do odpadních vod čištěných v biologické čistírně, akumulují se v čistírenském kalu a mohou znemožnit jeho zemědělské využití (Kolektiv autorů, 2005).

### **3. 1 Nikl**

Nikl po jeho odlišení od železa a kobaltu objevil švédský badatel A. Cronstedt v roce 1751 při rozboru nikelinu, od něhož odvodil jeho název. Kovový nikl se nachází v železných meteoritech, jinak pouze ve vazbě se sírou, arzenem, antimonem nebo vázaný na kyselinu křemičitou. Pro rostliny a některé živočichy je nezbytným esenciálním prvkem. Z biologických účinků jsou nejzávažnější jeho alergenní a karcinogenní účinky (Bencko et al., 1995).

Sparrow (2005) uvedl, že nikl je stříbrno-bílý kov, který se využívá v různých průmyslových odvětvích. V našem každodenním životě jsme se s ním s největší pravděpodobností setkali v podobě mincí a výrobcích z nerezivějící oceli. Nikl se zřídka nachází v přírodě jako ryzí kov. Nalezneme jej spíše v chemických sloučeninách a minerálech, zvaných rudy. Rudy niklu jsou často zelené či červené.

Nikl se v přírodě vyskytuje převážně ve formě sulfidů a křemičitanů. Z minerálů jsou to nikelin, NiAs, v němž bývá Ni v různém poměru zastoupen železem, chloantit NiAs<sub>2</sub>, millerit NiS, síroarzenit gersdorffit NiAs<sub>2</sub>, síroantimonit NiSbS, křemičitan hořečnatonikelnatý garnierit (NiMg)SiO<sub>3</sub> · 2H<sub>2</sub>O, který obvykle obsahuje značný podíl železa. Dále je nikl přítomen až do hodnoty několika procent

v pyrotinech, magnetových kyzech železa, které jsou spolu s garnieritem nejčastějšími průmyslově zpracovávanými rudami (Bencko et al., 1995).

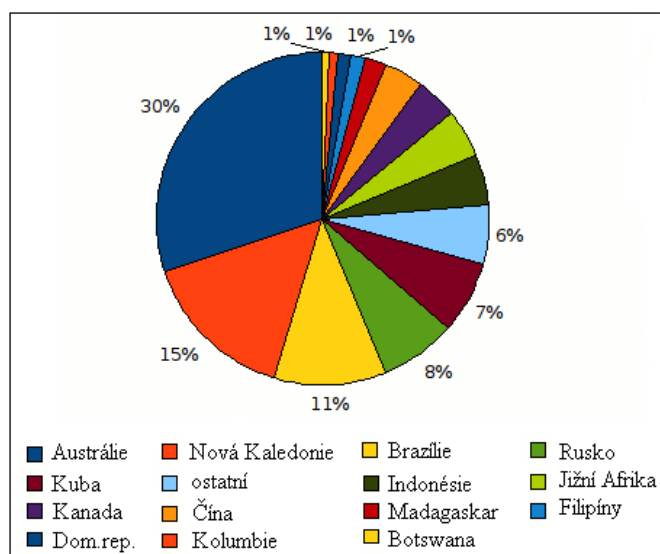
Používá se v textilním průmyslu jako součást barviv, při výrobě kladných akumulátorových hmot, při povrchové úpravě kovů, ve slévárenství a při výrobě oceli. Největší množství niklu se spotřebovává v chemickém průmyslu, kde slouží jako katalyzátor. Nikl patří mezi potenciální karcinogeny. Pro některé vodní organismy je toxičtější než pro člověka (Kolektiv autorů, 2005).

### Světové rezervy niklu

Většina meteoritů, která postihla Zemi, obsahují nikl. Tento 22. nejrozšířenější prvek v zemské kůře může být, stejně jako některé další kovy, extrahován z rud pomocí tavení, elektrolýzou nebo reakcí s kyselinou. Přední producenti niklu jsou Kanada, Austrálie, Indonésie a Rusko. Spojené státy v současnosti nemají žádné aktivní doly, ale produkují relativně malé množství niklu jako vedlejší produkt z mědi a paladiovo-platinových dolů (Woodford, 2012).

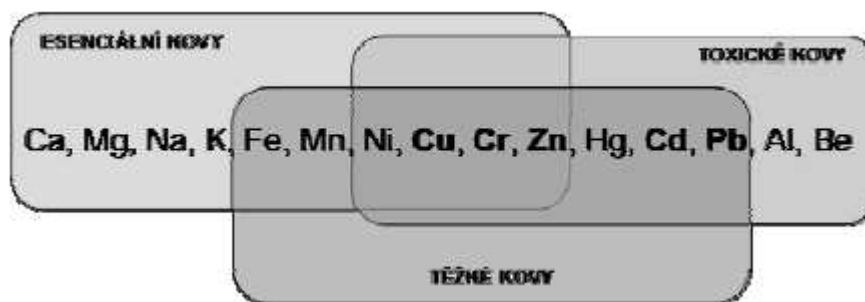
Svět má minimálně 130 miliónů tun niklu v rezervě na zemi, procentuální zastoupení světových rezerv je znázorněno na obrázku č. 1. Mnohem více ho však je k dispozici na dně oceánu.

**Obr. č. 1 Světové rezervy niklu**



Zdroj: Woodford, 2012

*Obr. č. 2 Vybrané kovy a jejich zařazení do jednotlivých skupin:*



Zdroj: Nábělková

#### **4. ODPADNÍ VODY**

Zákon č. 185/2001 Sb. říká, že odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod (např. odtoky srážkových vod, pokud byly po spadnutí znečištěny). Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť nebo ze skládek odpadu bez ohledu na jejich jakost.

Vody z drenážních systémů odvodňovaných zemědělských pozemků, chladicí vody užívané na plavidlech a pro vodní turbíny, u nichž došlo pouze ke zvýšení teploty, a nepoužité minerální vody z přírodního léčivého zdroje nebo zdroje přírodní minerální vody nejsou odpadními vodami podle tohoto zákona.

Člení se na odpadní vodu komunální a průmyslovou odpadní vodu. Komunální odpadní voda vzniká každodenní lidskou činností - pochází z domácností, škol, úřadů, od živnostníků a podobně. Splašky mají přibližně stejné složení. Kromě splašků obsahuje v případě jednotné kanalizace i oplachové vody (vodu z mytí ulic) a dešťovou vodu ze srážek. Zpracovává se na městských čistírnách odpadních vod (ČOV). Množství znečištění přiváděného na městskou ČOV se vyjadřuje jako počet ekvivalentních obyvatel.

Dle Severočeských vodáren (2013) průmyslová odpadní voda vzniká v průmyslových podnicích. Míra a charakter znečištění vody záleží na druhu průmyslu, ale i použité technologii výroby. Průmysl produkuje odpadní vody jednak z technologických vod (což je voda přímo použitá ve výrobě) a jednak z chladicích vod (což je voda používaná na chlazení zařízení, ta bývá znečištěná „pouze“ tepelně). Průmyslová odpadní voda se čistí buď přímo v podniku (tam někdy stačí vodu předčistit a pak vypustit do kanalizace), nebo přímo v městské ČOV.

Průmyslové odpadní vody jsou vody použité a znečištěné při výrobních procesech (včetně vod chladicích), které jsou ze závodu vypouštěny a pro daný proces již nejsou použitelné. Řadí se mezi ně i odpadní vody ze zemědělství (Pitter, 1999).



#### **4. 1 Průmyslové vody**

Průmyslové odpadní vody jsou kapalnými odpady vznikajícími při zpracování nebo těžbě organických a anorganických surovin a při výrobních procesech. Patří mezi ně i zemědělské odpadní vody. V některých případech nelze hovořit o vodě v obvyklém slova smyslu (matečné louhy z krystalizace nebo prasečí kejda aj.).

Průmyslové odpadní vody mají na rozdíl od vod splaškových rozmanitý charakter. Proto se jejich škodlivost při vypouštění do recipientu může velmi lišit. Z jednotlivých výrobních postupů se odvádějí vody typických vlastností a složení (Pitter, 1999).

Některé odpadní vody se mohou čistit společně se splaškovými, jiné vyžadují oddělené čištění nebo alespoň přečištění a jiné jsou znečištěny velmi nepatrně. V některých závodech se proto někdy buduje několik stokových soustav, které umožňují vhodnou segregaci odpadních vod. Průmyslové odpadní vody se obvykle podle znečišťujících látek dělí:

- a) na převážně anorganicky znečištěné;
- b) na převážně organicky znečištěné.

U převážně anorganicky znečištěných vod mohou být znečišťující látky přítomny buď v nerozpuštěné, nebo v rozpuštěné formě a mohou patřit mezi látky netoxické i toxické. Lze je rozdělit do těchto skupin:

- a) odpadní vody převážně znečištěné anorganickými nerozpuštěnými látkami (odpadní vody z praní uhlí z keramického a sklářského průmyslu apod.);
- b) odpadní vody převážně znečištěné anorganickými rozpuštěnými látkami netoxickými (odpadní vody z výroby draselných, fosforečných a dusíkatých hnojiv apod.);
- c) odpadní převážně znečištěné anorganickými rozpuštěnými látkami toxickými (vody z povrchové úpravy kovů, radioaktivní vody).

Jak zmiňuje Pitter (1999), v úvahu přicházejí pro čištění těchto vod fyzikálně chemické a chemické způsoby, samostatně biologické čištění je bezpředmětné. Proto přítomnost toxických látek je rozhodující při vypouštění těchto surových nebo předčištěných vod přímo do recipientu.

U převážně organicky znečištěných odpadních vod přichází v úvahu buď biologické čištění na samostatné průmyslové čistírně odpadních vod, nebo společné čištění se splaškovými vodami na městské čistírně odpadních vod. Organické látky obsažené v průmyslových odpadních vodách mohou být rovněž buď nerozpuštěné, nebo rozpuštěné. Z hlediska možného biologického čištění je rozhodující zařazení organických látek do těchto čtyř skupin:

1. netoxické a biologicky rozložitelné látky (např. sacharidy, bílkoviny, tuky aj.);
2. netoxické a obtížně biologicky rozložitelné látky (např. alifatické a aromatické sloučeniny);
3. toxické a biologicky rozložitelné látky (např. fenoly);
4. toxické a biologicky obtížně rozložitelné látky (např. chlorované uhlovodíky).

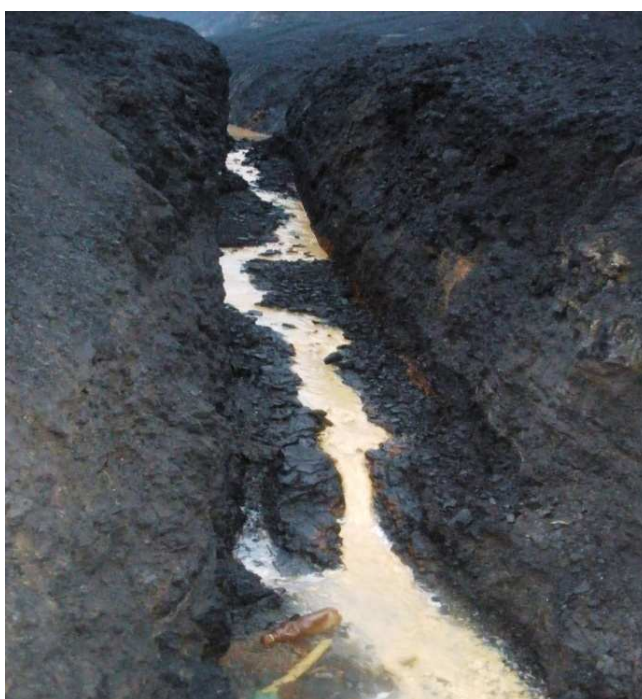
Protože průmyslové odpadní vody jsou obvykle směsí látek, patřících do různých skupin podle toxicity a biodegradability, lze odpadní vody charakterizovat podle toho, která skupina látek v nich převažuje.

Znečištění průmyslových odpadních vod lze posuzovat z několika hledisek, podle kterých se vybírají příslušné ukazatele: vypouštění odpadních vod do vod povrchových se řídí požadavky na přípustnou míru jejich znečištění (emisní standardy) a podle imisních standardů znečištění povrchových vod, kam budou odpadní vody vypouštěny (nařízení vlády č.229/2007 Sb.). V uvedeném nařízení jsou prezentovány požadavky na hodnotu vybraných ukazatelů, které musí být dodrženy ve vypouštěných odpadních vodách a na hodnoty imisních ukazatelů, které nesmějí být překročeny v povrchových vodách (Pitter, 1999).

## **4. 2 Důlní vody**

Šráček et al. (2000) a článek Těžba a využití černého uhlí (2013) se shodují, že kyselé důlní vody, které můžete vidět na fotografii č. 1, jsou produktem těžební činnosti. V průběhu hornické činnosti je zapotřebí čerpat důlní vodu, tj. veškerá voda nacházející se v důlním prostoru. S ohledem na bezpečnost není voda čerpána jen z provozovaných dolů, ale také se čerpají doly již utlumené – uzavřené, aby nedošlo k zatopení činných důlních prostor. Tato odčerpaná voda je pak řízeně vypouštěna, podle platných povolení, do vodotečí v takových limitech, aby nedošlo k ohrožení života a funkcí těchto potoků a řek. Tyto důlní vody jsou ve svém přirozeném prostředí téměř nezávadné, ale problém nastává při vypouštění na povrch, protože mají vysoké koncentrace rozpuštěných látek, které se po staletí soustřeďovaly pod povrchem. Při vypouštění tak znečišťují povrchové vody zvýšeným obsahem látek, které se na povrchu přirozeně nevyskytují. Dochází tak k enormnímu zasolování vodních toků, zvyšuje se obsah chloridů, síranů a dalších znečišťujících látek. Důlní vody jsou také teplejší. Proto je nutné čištění důlních vod. Veškerá voda, která je odčerpaná, se v rámci vodního hospodářství monitoruje. Opatřením jsou např. čistírny vod, které se skládají ze soustavy biologických rybníků. Voda zde prochází sedimentační nádrží a dále se čistí kořenovým systémem rostlin.

### ***Fotografie č. 1 Důlní voda na DNT***



Zdroj: vlastní, 2013

## **5. ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD**

Čistírna odpadních vod je zařízení určené pro čištění odpadních vod ze zdrojů znečištění, jako např. rodinných domů, restauračních zařízení, škol, sociálních zařízení průmyslových a zemědělských provozoven.

### **5. 1 Čištění vod na DNT**

Důsledkem hornické činnosti a jejího pokračování v dotčeném dobývacím prostoru jsou odpadní vody:

a) splaškové - z hygienických a sociálních zařízení;

(areál Tušimice a Montážní místo Libouš)

b) průmyslové - zaolejované vody - z mytí kolejové techniky – Tušimice;

- vody vzniklé při mytí drtírny v Tušimicích;

- vody vzniklé při mytí kolové a pásové techniky

(Nedbálek, 2011).

### **Množství produkováných odpadních vod**

#### **Splaškové odpadní vody**

- areál Tušimice cca 103 000 m<sup>3</sup>/rok (množství vypouštěných vod bude větší než spotřeba pitné vody, protože na čistírnu je svedena i dešťová voda);
- areál Montážního místa Libouš 28 251 m<sup>3</sup>/rok.

#### **Odpadní průmyslové vody**

- areál Tušimice - zaolejované - 1 000 m<sup>3</sup>/rok;
  - z mytí drtírny - 80 000 m<sup>3</sup>/rok;
  - z mytí kolové a pasové techniky(uzavřený okruh - nevypouští se do recipientu).
- areál Montážního místa Libouš - z mytí kolové techniky  
(uzavřený okruh – nevypouští se do recipientu).

## Čištění produkovaných odpadních vod

Splaškové odpadní vody z areálu Tušimice jsou čištěny v čistírně odpadních splaškových vod v Tušimicích, Mikro ČOV "A", "B", "C" a Mikro ČOV 1,5 OdSH. Průmyslové zaolejované vody jsou čištěny v čistírně zaolejovaných vod, průmyslové vody z mytí drtírny uhlí v čistírně mourových vod a průmyslové vody z mytí kolové a pasové techniky v recirkulační čistírně odpadních vod Tušimice. Splaškové vody z areálu Montážního místa Libouš jsou čištěny v čistírně odpadních splaškových vod Libouš (oddílná kanalizace). Průmyslové odpadní vody z mytí kolové techniky budou čištěny v recirkulační čistírně odpadních vod Libouš (Nedbálek, 2011).

Účinnost čištění v rozhodujících ukazatelích činí v současné době (rok 2001):

ČOV Tušimice	BSK <sub>5</sub>	95,5 %
	NL	91,5 %
ČOV Libouš	BSK <sub>5</sub>	96,7 %
	NL	95,8 %
	CHSK <sub>Cr</sub>	88,43 %

Úprava vod se provádí v čistírnách vod; zvolená technologie čištění je závislá na druhu upravovaných vod. V roce 2006 byl ukončen roční zkušební provoz modernizované čistírny důlních vod v Dolech Nástup Tušimice a rozhodnutím vodoprávního úřadu byla čistírna uvedena do trvalého provozu. Modernizace čistírny důlních vod umožnila zvýšení výkonu z původních 40 l.s<sup>-1</sup> na 80 l.s<sup>-1</sup> a nainstalováním odmanganovacích filtrů bylo zajištěno odstranění manganu. Dále byla provedena úprava vyrovnávací nádrže surových důlních vod umožňující čištění nádrže od sedimentů za provozu. Byla také rekonstruována a modernizována čistírna odpadních vod v Tušimicích. Sledování kvality vypouštěných vod provádí průběžně vlastní laboratoř, která je držitelem osvědčení o správné činnosti a je registrována Střediskem pro posuzování způsobilosti laboratoří Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka ASLAB pod registračním číslem 4094, osvědčení č. 281 platné do 31. 12. 2008. Sledována je zejména kvalita a množství

vypouštěných vod. Výsledky potvrzují dodržování podmínek stanovených v rozhodnutích příslušných vodoprávních orgánů.

#### Odběr povrchové a podzemní vody

Podzemní voda není skupinou Severočeské doly odebírána. Povrchová voda se nečerpá z vodního toku, ale v obou dolech je využívána neupravená povrchová voda, nakupovaná na základě smlouvy s ČEZ, a. s. V roce 2006 bylo z Elektrárny Tušimice II nakoupeno pro Doly Nástup Tušimice 91 910 m<sup>3</sup> a pro Doly Bílina 158 760 m<sup>3</sup> vody z Elektrárny Ledvice.

#### Ochrana vod a nakládání s vodami

V areálu DNT byla vybudována nová retenční nádrž důlních vod o maximální kapacitě 160 000 m<sup>3</sup>, která slouží jak pro akumulaci potřebného množství vody pro zajištění minimálního průtoku vodoteče Hutná v obci Březno, tak k ochraně přilehlých obcí a vodoteče Hutná před povodňovými stavy. Dále byla provedena rekonstrukce a modernizace recirkulační čistírny odpadních vod, která zvýšila kapacitu a kvalitu čištěné odpadní vody. Veškeré vypouštěné odpadní a důlní vody splňují podmínky dané vodoprávními úřady (SD a.s., 2013).

## 6. POPIS LOKALITY

Území dolů DNT zaujímá prostor o ploše 42 km<sup>2</sup> mezi městy Kadaň a Chomutov, viz vyobrazení lokality na obrázku č. 3. Severně od DNT se nacházejí obce Černovice a Málkov, severovýchodně leží Spořice, na které navazuje Chomutov, východně leží Droužkovice, jihovýchodně Březno a západně Pruněřov, navazující na Kadaň. Na jižním okraji DNT se nachází ČEZ, a.s. Elektrárna Tušimice II: a na západní straně ČEZ, a.s. Elektrárna Pruněřov I. a II. (Povodňový plán). S roční těžbou okolo 13,5 mil. tun jednoúčelového energetického uhlí patří mezi největší producenty hnědého uhlí v České republice.

DNT se nacházejí v Mostecké pánvi, aktuální nadmořská výška v ploše DNT činí 190 až 377 m n. m. Severně od DNT, za Krušnohorským přivaděčem, se zvedají Krušné hory. Samotné území DNT lze rozdělit do tří částí, západní část zaujímají rekultivované výsypky (Merkur a Pruněřov), střední část je vlastní dobývací prostor a východní část je rezervována pro postup lomu. Po obvodu se nacházejí menší provozy, např. úložiště popílku nebo skládka TKO (Bernášková, 2007).

Krajina je v bezprostředním okolí převážně rovinatá a mírně zvlněná, charakteru podkrušnohorské pánve v údolí, které bylo modelováno řekou Ohře, bez přítomnosti významných terénních vyvýšenin. Ve vzdálenějším okolí přechází krajina do podhůří Krušných hor a zahrnuje zemědělsky využívané plochy a zalesněné oblasti.

*Obr. č. 3 Vyznačení DNT na mapě*



Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

## 7. CHARAKTERISTIKA KALŮ

Při čištění odpadních vod z průmyslu výroby a zpracování kovů, vzniká obrovské množství kalu. Kaly z průmyslových odpadních vod se obvykle vypouštějí nebo se používají v zemědělství jako hnojivo díky přítomnosti fosforu, draslíku a dalších anorganických prvků nebo se ukládají na skládky. Využití kalů z elektrolytiky, ošetření kůže, kovů z vysoké pece a nerezové oceli bylo omezeno použitím jako hnojiva, protože kal měl příliš vysoké koncentrace toxických těžkých kovů (Bai et al., 2012).

Lyčková a Cechlová ve své odborné práci zmínily, že kal z čištění odpadních vod je hlavním odpadním produktem procesu čištění odpadních vod. Odpadní voda přitékající na čistírnu odpadních vod (ČOV) je během procesu čištěna a na odtoku z ČOV je obsah znečišťujících látek podstatně snížen, nežádoucí složky obsažené ve vodě se koncentrují do odpadního kalu. Surový kal obsahuje okolo 70 % organických látek v sušině a je vzhledem k možné přítomnosti patogenních mikroorganismů podle zákona o odpadech klasifikován jako nebezpečný odpad. Z tohoto důvodu je ve většině případů již přímo na ČOV aplikovaná taková technologie úpravy a zpracování kalu, která kal zpracuje ve stabilizovaný materiál, předurčen svými vlastnostmi přímo k využití v zemědělství (Vyhl. č.382/01Sb. – o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě).

**Tab. č. 1 Množství a produkce čistírenských kalů v ČR v roce 2001**

Počet ČOV	1122
Množství čištěných odpadních vod	841,4 mil. m <sup>3</sup> /rok
z toho:	
splaškových	330,2 mil. m <sup>3</sup> /rok
průmyslových a ostatních	169,7 mil. m <sup>3</sup> /rok
srážkových	341,4 mil. m <sup>3</sup> /rok
<b>produkce kalu v sušině</b>	<b>205,6 tis. t/rok</b>
<b>z toho uloženo na skládce</b>	<b>37,9 tis. t/rok</b>

Zdroj: Jeníček a Dohányos, 2013



## **7. 1 Složení kalů**

Čistírenské kaly jsou složitou heterogenní suspenzí anorganických a organických látek odsazených z odpadních vod nebo vzniklých při technologických procesech čištění odpadních vod. Jsou bohatým zdrojem organické hmoty, základních živin i stopových prvků a mohou zlepšovat fyzikálně-chemické i biologické vlastnosti půd. Z živin jsou v kalech významně zastoupeny především dusík a fosfor, obsah draslíku bývá většinou nízký. Reakce kalu je většinou neutrální až alkalická. Obsah přístupných živin v čistírenských kalech je významný, ale značně variabilní mezi čistírnami, zatímco u jednotlivých čistíren je poměrně stabilní (VŠB, 2013).

### **7. 1. 1 Popis kalů z ČDV Břežno**

Kaly odpadních vod jsou nerozpuštěné částice, které se vyloučí z vody v důsledku mechanického, biologického a fyzikálně chemického čištění vody nebo kombinace těchto metod.

V závislosti na metodách čištění a zároveň na fázově disperzním stavu částic se kaly dělí na kaly s hrubými dispergovanými částicemi (primární) a na kaly s jemně dispergovanými částicemi (sekundární). Do první skupiny patří kaly s hrubě disperzními příměsemi řazené akademikem Kulským do I. kategorie, které se vylučují z vody při mechanické úpravě (usazování, filtrace, flotaci nebo při usazování v gravitačním poli odstředivky). Rozměry částic příměsí jsou větší než  $10^{-5}$  cm. Do druhé skupiny kalů patří kaly s částicemi II., III. a IV. kategorie, které jsou ve vodě ve formě koloidní, molekulární a iontové fáze, a které mohou být převedeny do tuhé fáze a odstraněny z odpadní vody pouze biologickou nebo fyzikálně chemickou koagulací (Jevilovič, 1979).

K základním druhům kalů odpadních vod patří kaly první skupiny (primární), aktivovaný kal (k němuž se může podmíněně přiřadit i biologický kal vyplavovaný ze skrápěných filtrů) a koagulační kaly.

Vedle klasifikace kalů z odpadních vod podle způsobu čištění je třeba uvést a zpřesnit, jak zmiňuje Jevilovič (1979), klasifikaci kalů podle způsobu jejich zpracování:

1. surové kaly, vyloučené z odpadní vody a nepodrobené dalšímu zpracování;
2. stabilizované kaly, které prošly anaerobním zpracováním ve vyhnívajících nádržích nebo v aerobních stabilizačních nádržích;
3. zahuštěné kaly, které se zahušťovaly na hranici tekutosti  
(do vlhkosti 90-85 %);
4. odvodněné kaly, zahuštěné v přírodních podmínkách nebo uměle  
(do vlhkosti 60-40 %);
5. vysušené kaly, podrobené sušením teplem (do vlhkosti 5-20 %).

Odpadem z procesu čištění jsou dva druhy kalu, které budou odvodňovány na společném kalolisu, tzn. výsledným odpadem je kalový koláč obsahující směs primárního a sekundárního kalu o sušině cca 40 až 50 %.

Dle Zemana (2006) jsou kaly charakterizovány následujícím způsobem:

#### Primární kal:

Usaditelný podíl nerozpuštěných látek zejména anorganického původu, které jsou transportovány z lomu při čerpání vody na čistírnu. Jedná se zejména o jílové minerály s menším podílem uhelných částic a písku.

#### Sekundární kal:

Kal z chemických procesů, vznikající po aplikaci chemikálií do upravované důlní vody, oxidací kontaminantů, jejich vysrážením a sedimentací.

#### Používané chemikálie k úpravě vody:

Vápenný hydrát, manganistan draselný, polyflokulant (polyakrylamid).

## Zařazení kalů podle Katalogu odpadů:

Katalogové číslo: **19 08 14**

Název: **Kaly z jiných způsobů čištění průmyslových odpadních vod neuvedené pod číslem 19 08 13**

Kategorie: **Ostatní odpad**

V období 2005 až 2009 byl technologicky odvodněný kal z čistírny důlních vod Březno podroben opakovaným zkouškám. Z protokolů akreditovaných zkušebních laboratoří vyplývají tato zjištění:

- **ukazatele organického znečištění**

- koncentrace organických látek ukazatelů BTEX, PAU, EOX, C<sub>10</sub> – C<sub>40</sub> a PCB nepřekročily řádnou limitní hodnotu stanovenou v tab. č. 10. 1 přílohy č. 10 k vyhlášce č. 294/2005 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

- **ukazatele anorganického znečištění**

- koncentrace anorganického znečištění byly zjištěny v podlimitních hodnotách podle specifikované tab. č. 10. 1 v ukazatelích arsen, chrom, rtuť, olovo a vanad. **Překročení limitních hodnot u ukazatelů kadmium a nikl bylo zjištěno u všech testovaných vzorků.** Nad rámec ukazatelů byly předmětné vzorky testovány i na obsahy koncentrací kobaltu, mědi, manganu, zinku a železa, které jsou považovány za významné z hlediska hodnocení kvality důlních vod (Schmidt, 2010).

## **7. 2 Využití kalů při hornické činnosti na DNT**

S kalem je možné nakládat těmito způsoby:

1. Využití odpadu při hornické činnosti v lomu.
2. Uložení odpadu na skládku v Tušimicích jako odpad ostatní.
3. Uložení na skládku v Tušimicích jako odpad nebezpečný.
4. Odpad odebírá specializovaná firma, která s ním dále nakládá v souladu s platnými předpisy.

Ad 1) Využití odpadů při hornické činnosti v lomu při terénních úpravách musí být v souladu s provozním řádem zařízení pro využívání odpadů v DP Tušimice a příslušným souhlasem Krajského úřadu Ústeckého kraje.

Ad 2) Uložení odpadu na skládku v Tušimicích skupina S – ostatní odpad. Odpad musí splňovat podmínky stanovené vyhláškou č. 294/2005 Sb. pro ukládání odpadů na skládky.

Ad 3) Uložení odpadu na skládku v Tušimicích skupina S – nebezpečný odpad. Odpad musí splňovat podmínky stanovené vyhláškou č. 294/2005 Sb. pro ukládání odpadů na příslušnou skupinu skládek.

V souladu s ustanovením § 16, odst. (1) zákona č. 185/2001 Sb. v platném znění, ve kterém je zakotvena povinnost původců odpadů přednostně tyto odpady využívat před jejich odstraněním, jsou v § 14 vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb. definovány podmínky, za kterých lze odpady využívat na povrchu terénu k terénním úpravám nebo rekultivacím lidskou činností postižených pozemků, k zavážení vytěžených povrchových dolů, lomů a pískoven.

Na základě analýzy geologické, hydrogeologické, vodohospodářské a geomechanické situace v zájmovém území Tušimice byla vytipována oblast, do které mohou být přijímány a využívány konkrétně identifikovatelné druhy ostatních odpadů (Nedbálek, 2011).

Technologicky se jedná o následující způsoby využití ostatních odpadů:

- **báze uhelného lomu a výsypkové etáže 1., 2. a 3. skrývkového řezu**

druhy odpadů hrubozrnného charakteru pro výplně drenážních systémů, jímek čerpacích stanic a sanačních žeber, zdrsňování podložky vnitřní výsypky, výstavbu opěrných lavic výsypkových stupňů, zpevňování provozních účelových komunikací, podsypy montážních míst a podsypy tras zařízení dálkové pásové dopravy;

- **výsypkové etáže 1., 2. a 3. skrývkového řezu**

druhy odpadů jemnozrnného charakteru (např. kód odpadu 10 11 05) pro násypy různých mocností, prováděné podle vypracovaných technologických postupů zajišťujících zamezení zvýšení emisí tuhých znečišťujících látek v zařízení nebo v jeho okolí.

**Tab. č. 2 Specifikace využitelných odpadů**

<b>Kód odpadu</b>	<b>Název odpadu</b>
01 04 08	Odpadní štěrk a kamenivo neuvedené pod číslem 01 04 07
01 04 09	Odpadní písek a jíly
10 11 05	Úlet a prach
10 12 08	Odpadní keramické zboží, cihly, tašky (po tepelném zpracování)
17 01 01	Beton
17 01 02	Cihly
17 01 03	Tašky a keramické výrobky
17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihle, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06
17 05 04	Zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03
17 05 08	Štěrk ze železničního svršku neuvedený pod číslem 17 05 07
<b>19 08 14</b>	<b>Kaly z jiných způsobů čištění průmyslových odpadních vod neuvedené pod číslem 19 08 13</b> pro využití v zařízení charakterizované výhradně jako směs částic uhlí, jíly, písku, hydratovaných oxidů železa, manganu a některých dalších kovů ve stopovém množství, nezreagovaného neutralizačního činidla CaO a zreagovaného flokulantu z podzemních homogenizačních nádrží čistírny důlních vod Březno technologicky odvodněná na kalolisu.

Zdroj: Nedbálek, 2011

Kapacita zařízení vzhledem k proponovanému záměru několikanásobně převyšuje maximální uvažované množství využívaných odpadů.

Kapacita báze uhelného lomu: 500 000 m<sup>3</sup>/rok

Kapacita výsypkových stupňů: 200 000 m<sup>3</sup>/rok

Maximální uvažované množství využívaných odpadů 200 000 t/rok

(Nedbálek, 2011)

**Tab. č. 3 Množství využitelných odpadů**

<u>Kód odpadu</u>	<u>Název odpadu</u>	<b>Využité vlastní odpady (t)</b>		
		<b>Rok 2007</b>	<b>Rok 2008</b>	<b>Rok 2009</b>
17 05 04	<u>Zemina a kamení neuvezené pod č. 17 05 03</u>	22500		
17 05 08	Štěrky ze železničního svršku neuvezený pod číslem 17 05 07	20700		
19 08 14	Kaly z jiných způsobů čištění průmyslových odpadních vod neuvezené pod číslem 19 08 13	4214	3607	1056
<b>C e l k e m</b>		<b>48534</b>	<b>3607</b>	<b>1056</b>

Zdroj: Schmidt, 2010

### **7. 3 Podmínky pro využívání odpadů na DNT**

Při těžbě a úpravě uhlí vzniká velké množství odpadů. Ponecháme-li stranou hlušinu, tj. inertní odpad vznikající při vlastní těžbě a odkrývání nových ložisek, můžeme problematiku zúžit pouze na odpady z úpravy uhlí (Petrů, 1979).

Pojem „využívání odpadů na povrchu terénu“ :

Pro účely vyhlášky č.294/2005 Sb. je definován výčtem činností uvedených v jejím § 2 písm. j). Jedná se o rekultivace povrchu terénu, vyrovnávání terénních nerovností a jiné úpravy terénu, vytváření uzavíracích vrstev skládek, rekultivace uzavřených skládek, zavážení vytěžených povrchových dolů, lomů, pískoven.

#### **7. 3. 1 Obecné podmínky pro využívání odpadů v lomu**

- na povrchu terénu nelze využívat odpady nebezpečné, směsné komunální odpady a odpady uvedené v příloze č. 5 vyhl. č. 294/2005 Sb.,

- ve zkouškách akutní toxicity prováděných ekotoxikologickými testy jsou splněny požadavky stanovené v příloze č. 10, tabulce č. 10. 2, sloupec II, vyhl. č. 294/2005 Sb.,
- obsahy škodlivin nepřekročí nejvýše přípustné hodnoty anorganických a organických škodlivin uvedené v příloze č. 10, tabulce č. 10. 1, vyhl. č. 294/2005 Sb. Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů jsou přílohou č. 1,
- odpady katal. č. 101208, 170101, 170103 a 170107 mohou být využity k terénním úpravám teprve, pokud z nich byly vytříděny případné nebezpečné složky a lze z nich odebrat vzorek ke zkouškám. Pokud z nich reprezentativní vzorek nelze odebrat, musí být nejprve upraveny drcením, následně provedena jejich analýza a teprve pokud splňují požadavky na výsledky analýz, mohou být v zařízení využity.

### 7. 3. 2 Specifické podmínky pro využívání odpadů v lomu

Pro odpad katal. č. 19 08 14 – Kaly z jiných způsobů čištění průmyslových odpadních vod neuvedené pod číslem 19 08 13, se upravují nejvýše přípustné hodnoty škodlivin v odpadu takto:

$$\text{Nikl (Ni)} \leq 285 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ suš.};$$

- **nikl** se zároveň stanovuje jako **kritický ukazatel** pro odvodněné kaly z čištění důlních vod zařazované jako odpad katal. č. 19 08 14;
- odpad katal. č. 190814 bude přijímán v rypném stavu (obsah sušiny nesmí být nižší než 25 % obj.) a nesmí po uložení uvolňovat kapalnou fázi. Tato skutečnost musí být ověřena zkouškou, doklad o zkoušce musí být součástí základního popisu odpadu;
- kontrola kvality přejímaného odpadu katal. č. 190814 bude prováděna v rozsahu tabulek č. 10.1 a 10.2 uvedených v příloze č.10 vyhl. č. 294/2005 Sb. včetně ukazatelů Fe, Mn, Zn, Co.

Výsledky zkoušek tohoto odpadu budou přebírány pro každou ucelenou dodávku přijímanou do zařízení. **V případě, že odpad nebude splňovat stanovené limitní hodnoty, nesmí být v zařízení využit, ale musí být předán jiné oprávněné osobě k využití či odstranění.**

## **8. POPIS ČDV BŘEZNO NA DNT**

Důlní vody z těžební lokality Doly Nástup Tušimice jsou čištěny na čistírně důlních vod Březno. Čištění probíhá následujícím způsobem:

- důlní vody jsou v těžební lokalitě zachycovány v několika pomocných akumulacích jímkách, ze kterých se čerpají do dvou hlavních akumulacích nádrží (spojených přelivem) v prostoru ČDV Březno. Již v prostoru pomocných a dále i hlavních akumulacích jímkách probíhá samovolné zlepšování kvality důlních vod; NL sedimentují a železo v závislosti na pH a formě výskytu podléhá oxidaci, hydrolyzuje a hydratované oxidy železa následně sedimentují;

*Fotografie č. 2 Sériově propojené aerační nádrže na ČDV Březno*



Zdroj: Svárovský, 2012

- pokud je v důlní vodě na vstupu do technologie vysoký obsah NL, snižuje se jejich obsah za pomoci flokulantu v kruhové usazovací nádrži;
- k důlní vodě je dávkováno neutralizační činidlo (CaO) a následně je důlní voda provzdušňována v aerační nádrži jemnobublinnou aerací; je-li v upravované důlní vodě zvýšený obsah manganu, zvyšuje se dávka neutralizačního činidla a



zároveň se dávkuje manganistan draselný, jak můžete vidět na fotografii č. 3, pro podporu oxidace manganatých iontů;

***Fotografie č. 3 Aplikace manganistanu draselného na ČDV Březno***



Zdroj: Svárovský, 2012

- z aerační nádrže, kde probíhá oxidace a hydrolyza, odtéká důlní voda do usazovací nádrže, kde se samovolně usazují hydratované oxidy kovů a NL; kromě Fe a Mn se tímto způsobem odstraňují i další případné kovy, a to v závislosti na pH důlní vody: ionty  $\text{Fe}^{\text{III}}$ ,  $\text{Al}^{\text{III}}$ ,  $\text{Cr}^{\text{III}}$  při  $\text{pH} < 7$ , ionty  $\text{Cu}^{\text{II}}$ ,  $\text{Zn}^{\text{II}}$  při  $\text{pH} 7-9$  a ionty  $\text{Ni}^{\text{II}}$ ,  $\text{Pb}^{\text{II}}$ ,  $\text{Cd}^{\text{II}}$ ,  $\text{Mn}^{\text{II}}$  a  $\text{Fe}^{\text{II}}$  při  $\text{pH}$  nad 9;
- z usazovací nádrže odtéká důlní voda přes pískové odmanganovací filtry do akumulární nádrže a z ní do recipientu;
- kal z usazovacích nádrží společně s kalem z kruhové usazovací nádrže je uchován v podzemních homogenizačních nádržích a následně je dle potřeby strojně odvodňován na kalolisu, vyobrazeného na fotografii č. 4; pro dopravu na místo uložení je shromažďován v kontejneru.

#### *Fotografie č. 4 Kalolis na ČDV Březno*



Zdroj: Svárovský, 2012

Celkově lze kal z čištění důlních vod na ČDV Březno charakterizovat jako směs částic uhlí, jílu, písku, hydratovaných oxidů železa, manganu a některých dalších kovů ve stopovém množství, nezreagovaného neutralizačního činidla, zreagovaného flokulantu a látek rozpuštěných v důlní vodě, při jejímž čištění kal vznikl. Vzhledem ke způsobu vzniku důlních vod a nakládání s nimi je krajně nepravděpodobné, že by kal obsahoval ve významnějším množství nějaké další inertní, životní prostředí ovlivňující či potenciálně toxické látky (Píša a Gulíková, 2009).

Recipienty vod, odtékajících z prostoru DNT, jsou toky Hutná I., Hačka, Lužický potok a Kadaňský potok. Největší význam mají Hutná I. a Hačka, kam se dostávají vody čerpané z prostoru lomu. Kadaňský a Lužický potok odvodňují rekultivovaná území bez možnosti ovlivnění odtokových poměrů.

#### **Hutná I.**

Do Hutné I. jsou vyústěny čištěné důlní vody z ČDV, přepad z vyrovnávací nádrže před ČDV a odtok z akumulární Březenecké nádrže.

## Vyrovňovací nádrž ČDV

Čistírna důlních vod Březno má maximální kapacitu přívodní vody 80l/s, která je odebírána z vyrovnávací nádrže. Vyrovnávací nádrž má téměř nulové vlastní povodí a jsou do ní přivedeny veškeré důlní vody z DNT. Jejich maximální přítok je 1480l/s. To je zároveň také předpokládaná kapacita přívodního potrubí DN 800 resp. DN 1000. Zbývající voda, která nepřeteče, zůstane ve vyrovnávací nádrži. Množství vody v nádrži je hlídáno přes snímací čidla, která při maximálním množství vody dávají signál k vypnutí čerpadel důlních vod.

Parametry vyrovnávací nádrže jsou následující:

Retenční objem	40 tis. m <sup>3</sup>
Plocha nádrže	2,4 ha
Bezpečnostní přeliv	délka přelivné hrany 2,05 m kóta přelivné hrany 277,35 m n. m
Normální hladina	275,70 m n. m
Min. koruna hráze	277,90 m n. m

Kapacita bezpečnostního přelivu činí na hladině na úrovni 277,90 m n. m. 1,55 m<sup>3</sup>/s. Tato kapacita odpovídá maximálnímu možnému množství přiváděných důlních vod, což zabraňuje případnému přelití hráze. Povolnými manipulacemi na ČS by nemělo dojít k přeplnění vyrovnávací nádrže (Bernášková, 2007).

## **9. LEGISLATIVA**

### Legislativa v kalovém hospodářství

Kal řadíme podle zákona o odpadech. Oprávněná osoba je povinna zařadit odpad do katalogu odpadů, který výrazně ovlivňuje nakládání s kaly.

### Legislativa vodního hospodářství

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách v platném znění, kaly vznikají při provozu vodního díla – úpravny vody a především čistírny odpadních vod. Provoz těchto děl se realizuje podle schváleného provozně-manipulačního řádu.

### Legislativa odpadového hospodářství

Dle § 32 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění se za kal považuje zejména:

- kal z čistíren odpadních vod zpracovávající městské odpadní vody nebo vody z domácností a jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností;
- kal ze septiků a jiných podobných zařízení;
- kal z čistíren odpadních vod výše neuvedených.

### Legislativa nebezpečného odpadu

Dle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění je nebezpečným odpadem - odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 k tomuto zákonu.

## **10. METODIKA**

Od 17. 9. 2012 do 18. 2. 2013 byly odebírány vzorky vody s intervalem 14dní. Vzorky byly nabírány do polyethylenové vzorkovnice pomocí naběráku, z volného výtoku či výtlačem z čerpadla. Vzorkovnice o objemu 1000ml byla nejprve vypláchnuta vzorkovanou vodou a pak zcela naplněna, uložena v chladicím boxu a transportována do laboratoře.

**Tab. č. 4 Odběrná místa vzorků vody a způsob odběru**

Odběrné místo	Způsob odběru
ČS 18	naběrák
ČS 96	naběrák
ČS 105	výtlač čerpadla
ČS 260	naběrák
HLČS	výtlač čerpadla
nádrž Libouš jih	naběrák
VN ČDV	naběrák
odtok ČDV	výtok (volný)
VKS	naběrák

Zdroj: vlastní

Odebrané vzorky vody byly odevzdány do laboratoře na DNT, kde byly změřeny tyto parametry: pH, teplota, vodivost a koncentrace Ni ve vodě. Získané výsledky byly zapsány do tabulky.

Analýzy vzorků kalů byly provedeny zkušební akreditovanou laboratoří ALS Czech Republic s.r.o., Praha s intervalem 1x za 3 měsíce. Stanovení prvků (Ni) se provádí metodou atomové emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem. Vzorek byl před analýzou homogenizován a mineralizován lučavkou královskou.

Po shromáždění veškerých podkladů a informací byly jednotlivé výsledky odběrů zhodnoceny a zapsány do tabulek. Pro zjednodušení a lepší přehlednost byly z průměrných hodnot vytvořeny grafy. Výsledky jsou porovnané v závislosti na lokalitě a srážkách. Denní úhrny srážek ze stanice Tušimice byly poskytnuty z ČHMÚ, pobočka Ústí nad Labem.

## 11. VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ VODY

*Tab. č. 5 Hodnoty měřených veličin na ČS 18*

<b>ČS 18</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	14,1	7,9	3040	<b>0,144</b>
1. 10. 2012	14,7	8,2	2920	<b>&lt; 0,03</b>
15. 10. 2012	12,8	8,8	3000	<b>&lt; 0,03</b>
5. 11. 2012	10,5	3,0	5320	<b>2,912</b>
19. 11. 2012	8,4	6,4	5390	<b>0,994</b>
3. 12. 2012	7,4	6,6	3620	<b>0,652</b>
19. 12. 2012	3,9	3,3	5350	<b>1,981</b>
8. 1. 2013	-	-	-	-
4. 2. 2013	4,9	7,1	3300	<b>0,52</b>
18. 2. 2013	4,7	6,9	2690	<b>0,098</b>

*Tab. č. 6 Hodnoty měřených veličin na ČS 96*

<b>ČS 96</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	14,5	4,8	4200	<b>1,278</b>
1. 10. 2012	15,0	7,0	4050	<b>0,097</b>
15. 10. 2012	14,3	6,5	3750	<b>0,130</b>
5. 11. 2012	10,0	3,5	4270	<b>1,753</b>
19. 11. 2012	9,4	6,1	4000	<b>0,866</b>
3. 12. 2012	8,2	4,7	3930	<b>1,231</b>
19. 12. 2012	4,2	6,1	4220	<b>0,616</b>
8. 1. 2013	10,1	5,7	4490	<b>0,86</b>
4. 2. 2013	6,5	6,6	4000	<b>0,75</b>
18. 2. 2013	8,7	6,3	3310	<b>0,101</b>

**Tab. č. 7 Hodnoty měřených veličin na ČS 105**

<b>ČS 105</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	14,4	3,1	4680	<b>0,801</b>
1. 10. 2012	14,4	3,2	4460	<b>0,646</b>
15. 10. 2012	14,1	3,2	4400	<b>0,128</b>
5. 11. 2012	12,0	3,4	2820	<b>0,849</b>
19. 11. 2012	10,1	7,2	3199	<b>0,178</b>
3. 12. 2012	8,7	4,9	2420	<b>0,581</b>
19. 12. 2012	5,7	7,4	3020	<b>0,174</b>
8. 1. 2013	8,7	5,2	4010	<b>0,75</b>
4. 2. 2013	9,1	7,0	3610	<b>0,20</b>
18. 2. 2013	7,2	6,2	3820	<b>0,184</b>

**Tab. č. 8 Hodnoty měřených veličin na ČS 260**

<b>ČS 260</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	13,4	7,3	3940	< <b>0,03</b>
1. 10. 2012	15,6	6,9	3990	<b>0,032</b>
15. 10. 2012	14,6	7,2	3870	<b>0,592</b>
5. 11. 2012	12,6	6,8	3810	<b>0,284</b>
19. 11. 2012	11,5	7,8	3911	<b>0,043</b>
3. 12. 2012	11,7	7,3	3730	< <b>0,03</b>
19. 12. 2012	10,4	7,2	3980	<b>0,137</b>
8. 1. 2013	-	-	-	-
4. 2. 2013	-	-	-	-
18. 2. 2013	-	-	-	-

**Tab. č. 9 Hodnoty měřených veličin na HLČS**

<b>HLČS</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	14,6	6,8	4490	<b>0,081</b>
1. 10. 2012	15,0	7,9	4050	<b>&lt; 0,03</b>
15. 10. 2012	14,8	7,9	4010	<b>&lt; 0,03</b>
5. 11. 2012	13,0	6,2	3590	<b>0,507</b>
19. 11. 2012	11,8	7,1	4310	<b>0,165</b>
3. 12. 2012	9,8	6,5	3970	<b>0,224</b>
19. 12. 2012	10,9	7,0	4110	<b>0,204</b>
8. 1. 2013	8,9	6,4	3997	<b>0,38</b>
4. 2. 2013	9,0	7,2	3810	<b>0,26</b>
18. 2. 2013	9,3	6,3	4890	<b>0,346</b>

**Tab. č. 10 Hodnoty měřených veličin na VKS**

<b>VKS</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	13,3	6,5	3590	<b>0,269</b>
1. 10. 2012	15,0	6,4	3650	<b>0,090</b>
15. 10. 2012	10,9	6,2	3990	<b>&lt; 0,03</b>
5. 11. 2012	11,7	5,1	3520	<b>0,610</b>
19. 11. 2012	9,6	6,7	4718	<b>0,300</b>
3. 12. 2012	9,9	6,5	3590	<b>0,213</b>
19. 12. 2012	7,6	5,1	3210	<b>0,354</b>
8. 1. 2013	8,6	6,3	4777	<b>0,17</b>
4. 2. 2013	7,3	7,1	4110	<b>0,29</b>
18. 2. 2013	7,2	5,8	3990	<b>0,280</b>



**Tab. č. 11 Hodnoty měřených veličin v nádrži Libouš**

<b>Nádrž Libouš</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	14,7	4,4	3740	<b>0,613</b>
1. 10. 2012	15,8	7,5	3980	<b>&lt; 0,03</b>
15. 10. 2012	14,6	7,3	3480	<b>&lt; 0,03</b>
5. 11. 2012	10,6	5,8	3370	<b>0,658</b>
19. 11. 2012	13,0	7,1	4290	<b>0,208</b>
3. 12. 2012	12,1	3,9	2870	<b>0,677</b>
19. 12. 2012	-	-	-	-
8. 1. 2013	12,2	4,9	3669	<b>0,97</b>
4. 2. 2013	9,2	7,4	3560	<b>0,34</b>
18. 2. 2013	6,9	7,0	3720	<b>0,265</b>

**Tab. č. 12 Hodnoty měřených veličin ve vypouštěcí nádrži ČDV**

<b>VN ČDV</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	16,7	6,8	3730	<b>0,238</b>
1. 10. 2012	16,6	7,8	3760	<b>&lt; 0,03</b>
15. 10. 2012	15,0	7,5	3580	<b>&lt; 0,03</b>
5. 11. 2012	11,3	6,4	3210	<b>0,548</b>
19. 11. 2012	12,9	6,0	3860	<b>0,626</b>
3. 12. 2012	12,0	5,9	3210	<b>0,394</b>
19. 12. 2012	8,3	6,0	3380	<b>0,615</b>
8. 1. 2013	12,6	5,0	3539	<b>0,89</b>
4. 2. 2013	10,3	7,2	3710	<b>0,46</b>
18. 2. 2013	6,8	6,7	3950	<b>0,295</b>

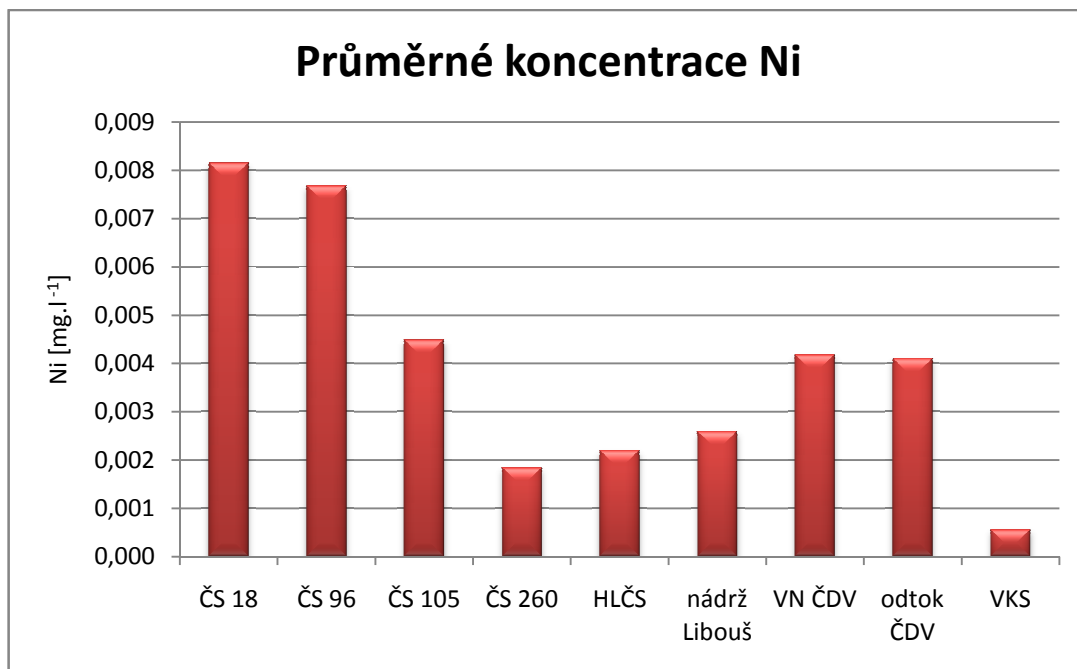
**Tab. č. 13 Hodnoty měřených veličin z odtoku ČDV**

<b>Odtok ČDV</b>				
Datum	T <sub>lab</sub> [°C]	pH [-]	k [μS.cm <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.l <sup>-1</sup> ]
17. 9. 2012	16,5	7,9	3740	< <b>0,03</b>
1. 10. 2012	16,7	8,7	3610	< <b>0,03</b>
15. 10. 2012	15,5	8,9	3510	< <b>0,03</b>
5. 11. 2012	12,0	9,0	3260	<b>0,063</b>
19. 11. 2012	13,0	9,1	3750	<b>0,014</b>
3. 12. 2012	11,2	9,2	3520	< <b>0,03</b>
19. 12. 2012	8,9	8,9	3430	<b>0,116</b>
8. 1. 2013	12,2	9,0	3452	<b>0,08</b>
4. 2. 2013	10,2	9,0	3920	<b>0,09</b>
18. 2. 2013	7,3	9,3	3780	< <b>0,03</b>

## 12. ANALÝZA A HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

### 12. 1 Závislost na lokalitě

*Obr. č. 4 Průměrné koncentrace niklu na všech odběrných místech*



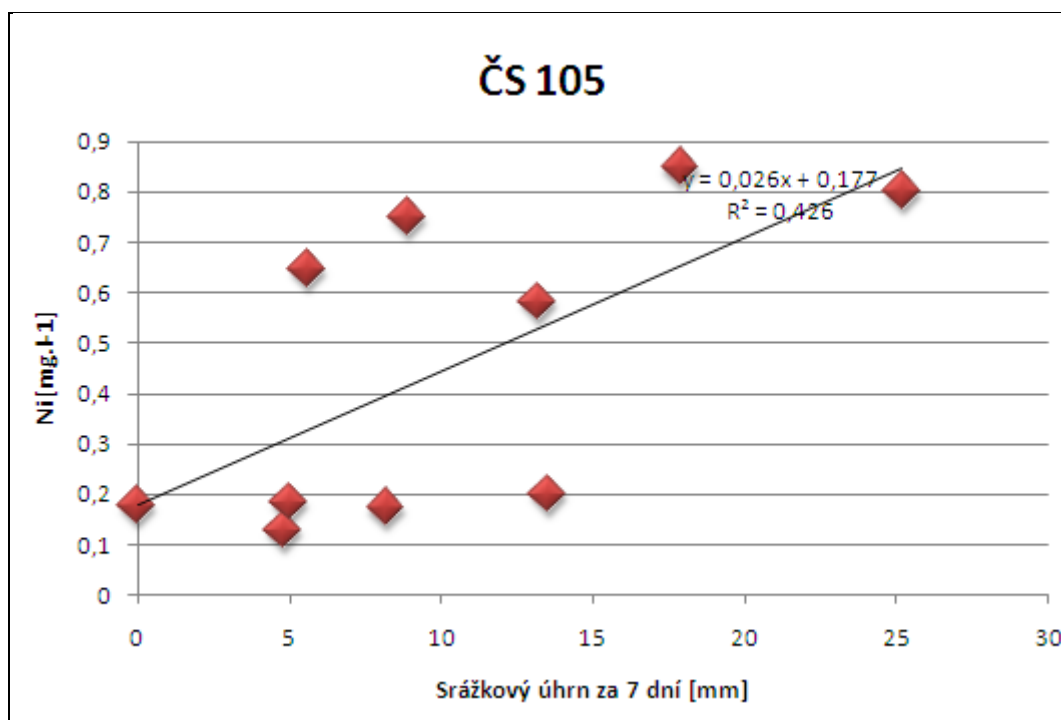
Pozn. Pro statistické zpracování dat byly hodnoty pod mezí stanovitelnosti nahrazeny hodnotou 50 % meze stanovitelnosti.

Nejvyšší průměrné koncentrace niklu jsou na čerpací stanici 18 a 96. V této lokalitě se nachází svrchní uhelná sloj, ve které jsou prokázány vysoké koncentrace síry, převážně pyritické, na kterou se váže Ni.

## 12. 2 Závislost na srážkách

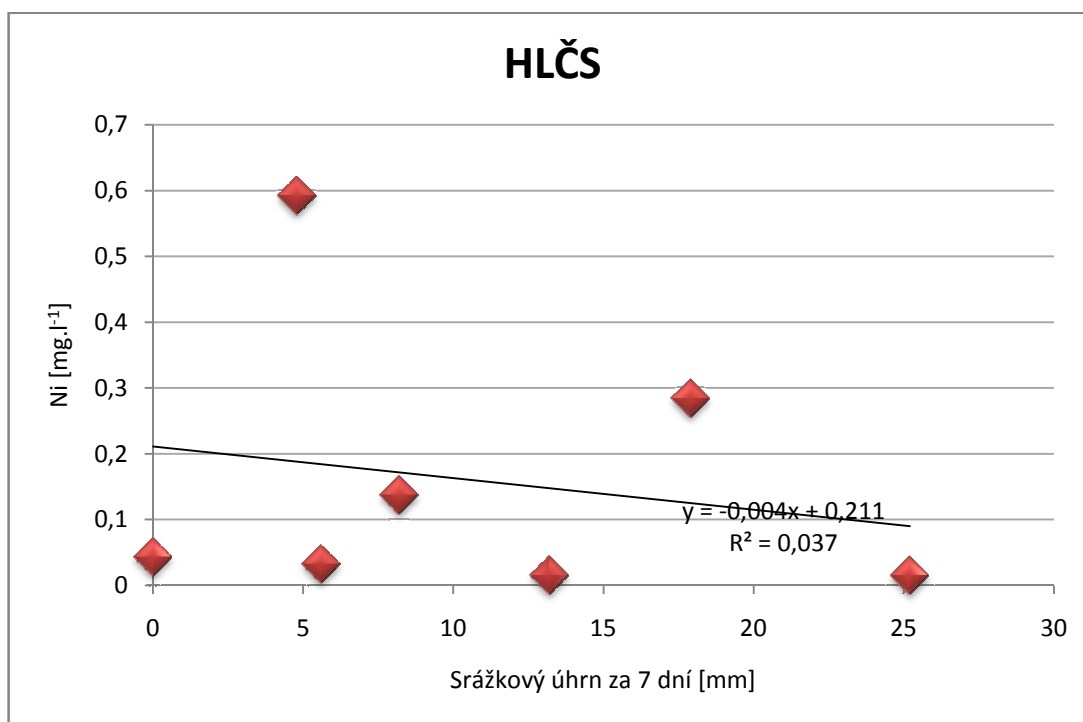
Z důvodu velkého počtu odběrných míst byly vybrány pouze dvě lokality, které se svou závislostí nejvíce liší.

*Obr. č. 5 Závislost koncentrace Ni na srážkách na ČS 105*



Na čerpací stanici 105 byla prokázána nejsilnější závislost ze všech zkoumaných odběrných míst, je viditelná závislost srážek na koncentraci niklu ve vodě. Platí tedy, že koncentrace niklu se zvyšují se zvyšujícím se srážkovým úhrnem.

Obr. č. 6 Závislost koncentrace Ni na srážkách na HLČS

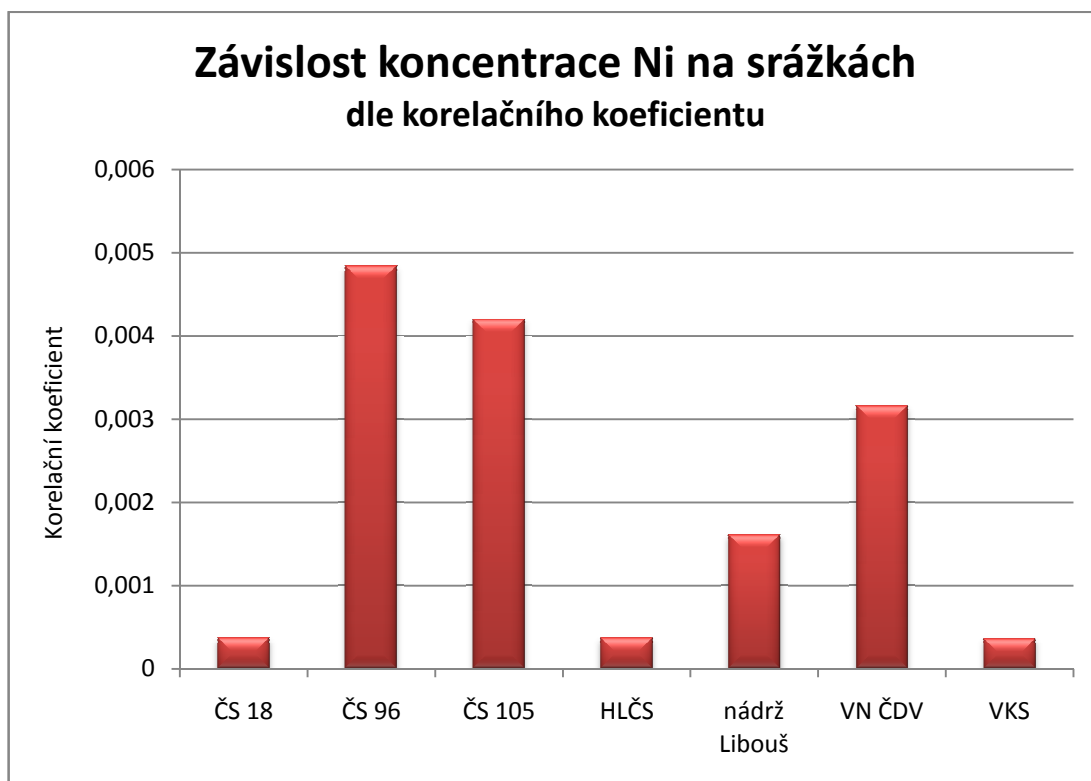


Naopak, na hlavní čerpací stanici nelze pozorovat žádnou závislost na srážkovém úhrnu. Je to způsobeno zřejmě tím, že hlavní čerpací stanice je recipientem více čerpacích stanic. Dochází zde k mísení vod, voda se zde tedy smíchá a tím zde nedochází k závislosti, jako např. na ČS 105. Korelační koeficient je zde pouze 0,037.

**Tab. č. 14 Závislost koncentrace niklu na srážkách dle korelačního koeficientu**

Odběrná místa	Korel. koef. při srážkovém úhrnu za 7 dní
ČS 18	0,037
ČS 96	0,484
ČS 105	0,42
HLČS	0,037
nádrž Libouš	0,161
VN ČDV	0,316
VKS	0,036

**Obr. č. 7 Závislost koncentrace niklu na srážkách dle korelačního koeficientu**



Korelační koeficient je charakteristický vzájemnou závislostí statistických znaků. Nabývá hodnot od -1 do 1 a charakterizuje pouze lineární závislost. Dle tohoto grafu je evidentní, že nejvyšší závislost srážek na množství koncentrace Ni ve vodě je na ČS 96 a ČS 105. Tyto čerpací stanice mají pouze své povodí, nedochází tedy ke smíchání vod z jiných lokalit. Hlavní čerpací stanice či velkokapacitní skládka mají více povodí a voda se smíchá, závislost tedy není prokazatelná.

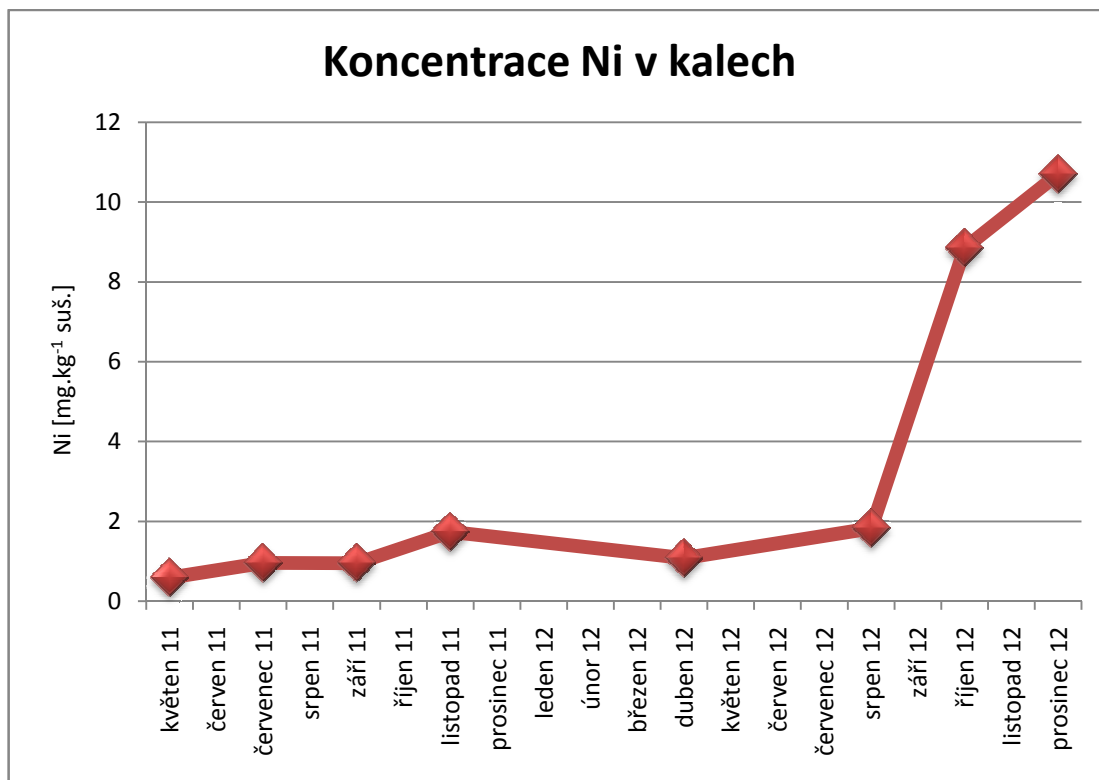
### 13. VÝSLEDKY A ANALÝZA SLEDOVÁNÍ KALŮ

Tab. č. 15 Koncentrace niklu v kalech

Datum měření	Ni v mg.kg <sup>-1</sup> suš.	Limit v mg.kg <sup>-1</sup> suš. (max.)	NM	Vyhodnocení
11. 5. 2011	<b>59,5</b>	80	±20.0 %	<b>vyhovuje</b>
25. 7. 2011	<b>96,1</b>	80	±20.0 %	<b>nevyhovuje</b>
26. 9. 2011	<b>95,6</b>	80	±20.0 %	<b>nevyhovuje</b>
28. 11. 2011	<b>&gt;150</b>	80	±20.0 %	<b>nevyhovuje</b>
25. 4. 2012	<b>&gt;100</b>	80	±20.0 %	<b>nevyhovuje</b>
20. 8. 2012	<b>&gt;150</b>	80	±20.0 %	<b>nevyhovuje</b>
15. 10. 2012	<b>&gt;850</b>	80	±20.0 %	<b>nevyhovuje</b>
2. 12. 2012	<b>&gt;1050</b>	80	±20.0 %	<b>nevyhovuje</b>

NM - nejistota měření

Obr. č. 8 Koncentrace niklu v kalech



Z grafu je zřejmé, že od května 2011 do srpna 2012 nedocházelo k velkému přesáhnutí limitních hodnot. Avšak v druhé polovině loňského roku se koncentrace niklu v kalech výrazně zvýšily a mnohonásobně překročily limit.

## **14. MOŽNOSTI ODSTRANĚNÍ TĚŽKÝCH KOVŮ Z KALŮ**

K dispozici je řada možností zpracování kalů, jak zlepšit jejich kvalitu, obecně jsou zaměřeny na snižování obsahu vody, patogenů a zápachu. Objevují se technologie schopné odstranit i takové znečišťující látky jako těžké kovy, ale jsou drahé a tím v současnosti nejsou proveditelnou možností. Pro budoucí zabezpečení výstupů pro kaly budou stále více potřeba vyspělé technologie, schopné například zajistit odstranění patogenů nebo produkovat kal s vysokou sušinou, což rozšíří možnosti využití kalu jako paliva nebo aditiva do půdy.

### **1) Mokrý spalování v nadkritické oblasti vody**

Při mokré oxidaci kalu v nadkritické oblasti vody (kritická teplota vody je 374 °C, kritický tlak 22 MPa) lze využít největší energie z kalu. Švýcarsko-američtí výzkumníci spalovali kal o koncentraci sušiny 10 % na poloprovozním zařízení mokré oxidace v nadkritické oblasti vody, při teplotě 500-600 °C a tlaku 25 MPa. Za těchto podmínek dochází k úplné přeměně všech přítomných organických a většiny anorganických látek. Biologický materiál a ostatní organické látky jsou přeměněny s účinností 99,9999 % a to při době zdržení do 30 sekund. Uhlík a vodík z organických látek jsou přeměněny na CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O, dusík, síra a fosfor na N<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> a PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, organické chloridy na Cl<sup>-</sup>. Těžké kovy jsou oxidovány na příslušné oxidy.

### **2) Biosorpcí**

Některé organismy mají schopnost vázat a vstřebávat různé druhy škodlivých látek, které mohou buď přímo využívat ke svému metabolismu, nebo je jenom kumulovat jako způsob obrany proti jejich toxicitě. Tyto mechanismy označujeme jako biosorpci a bioakumulaci.

Biosorpce je schopnost “neživých“ částí buněk - nejčastěji buněčné stěny - některých druhů organismů vázat na sebe těžké kovy z okolního prostředí a koncentrovat je (Ahluwalia a Goyal, 2007).



### 3) Aktivním červeným bahnem

Pradhan et al. (2000) uvádí, že červené bahno je pevný odpad ze zpracování bauxitu. Byl zpracovaný jednoduchým rozpuštěním v kyselině chlorovodíkové a amoniaku, který produkoval aktivní červené bahno. Tento materiál byl použit k odstranění  $\text{Ni}^{2+}$  z vodného roztoku. Odstranění kovových iontů se zlepšuje tím, že se zvýší hodnota pH na 6,5, ale poté poklesne v důsledku srážení kovových hydroxidů. Zvýšení rychlosti adsorpce byly pozorovány při nárůstu teploty.

Podle vědeckých výpočtů lze z červeného bahna získat železo, titan a další vzácné kovy. Materiál lze však využít i ve stavebnictví, konkrétně při výrobě cementu. Toto využití se testuje v Japonsku a v Indii. Na základě vlastních výpočtů je na území EU skladováno v různých formách přibližně 220 milionů tun červeného bahna. Zmiňovaná řešení jsou dosažitelná, nicméně pro jejich zdokonalení je nutný další výzkum a pro jejich aplikaci jsou zapotřebí značné investice.

## **15. DISKUSE**

Doly Nástup Tušimice zatěžuje environmentální problém s vysokými koncentracemi těžkých kovů, zejména niklu, v důlních vodách a posléze v kalech.

Jak se zmiňuje ve své práci Moldán (2001), těžké kovy mají schopnost vstupovat do potravního řetězce, hromadit se v těle a způsobovat onemocnění. Nadlimitní obsah těžkých kovů v kalu znemožňuje jeho využití například na výsypkových etážích, při terénních úpravách, jako výplň drenážních systémů, zpeňování provozních komunikací či zdrsňování podložky vnitřní výsypky. Kovový nikl se nachází, dle Bencka et al. (1995), převážně ve vazbě se sírou. Vysoké koncentrace síry se vyskytují převážně na svrchní uhelné sloji lomu DNT, kde se v současné době nachází čerpací stanice 18 a 96. Na těchto stanicích byly zjištěny nejvyšší koncentrace niklu v důlních vodách. Přibližně totožně vysoké průměrné koncentrace, cca  $0,4 \text{ mg.l}^{-1}$  Ni, byly zjištěny na čerpací stanici 105, ve vyrovnávací nádrži a u odtoku ČDV. Na odběrném místě u Velkokapacitní skládky uhlí se v důlních vodách nachází nejmenší obsah niklu v důlních vodách.

Z výsledků sledování vody vyplývá, že při poklesu pH se zvyšují koncentrace niklu. Pokles pH způsobují srážky, které rozpustí sulfidy a tím se stane nikl mobilním. Nejsilnější závislost srážek na koncentraci niklu ve vodě byla prokázána na čerpací stanici 105 a 96. Je to zřejmě způsobeno tím, že na těchto stanicích nedochází k smíchání vod z jiných lokalit, jako tomu dochází například na hlavní čerpací stanici či velkokapacitní skládce uhlí, kde není tato závislost prokazatelná. Vysoký korelační koeficient má dle výsledků též nádrž Libouš, kam stékají veškeré důlní vody z DNT a posléze Vyrovnávací nádrž ČDV.

Vyhláška č. 294/05 Sb., jako prováděcí předpis k zákonu stanovuje podmínky pro využití odpadů na povrchu terénu, včetně limitů znečištění v těchto odpadech. Podmínky pro konkrétní zařízení stanovuje Krajský úřad ve svém rozhodnutí. Pro DNT je tímto rozhodnutím Souhlas k provozu zařízení pro využívání odpadů na povrchu terénu, který vydává Krajský úřad Ústeckého kraje. V rámci vydání souhlasu se schvaluje také provozní řád zařízení, bez kterého nelze souhlas vydat. V provozním řádu KÚ povolil v případě Ni benevolentnější limity, tedy koncentrace  $\text{Ni} \leq 285 \text{ mg.kg}^{-1}$  suš., vzhledem ke geologickému pozadí v DP Tušimice. Laboratoř, která provádí analytické rozborů, vztahuje hodnoty k vyhláskovým limitům. Dle této

vyhlášky jsou nejvýše přípustné koncentrace Ni v sušině odpadů  $80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Tento limit naposledy vyhovoval v květnu 2011. Od té doby neustále stoupá. Na přelomu let 2011 a 2012 obsah Ni v kalech nepatrně klesl, avšak poté mnohonásobně překročil přípustné koncentrace. Poslední odběr vzorků kalů se konal v prosinci 2012 a poskytl nám již výsledky s velmi vysokými koncentracemi niklu.

Vzhledem k závažnosti problému a nutnosti řešení situace vysokých koncentrací niklu v kalech se nabízí pouze jeden návrh řešení. Nikl se ponechá na uhelném ložisku a jeho pH se upraví již na čerpacích stanicích. Tím se zamezí vniku niklu do systému odvodnění lomu a celkové úpravy důlních vod.

## **16. ZÁVĚR**

Z výsledků vyplývá, že výskyt koncentrací niklu v důlních vodách závisí na lokalitě. Nejvyšší koncentrace niklu byly zjištěny na ČS 18 a ČS 96. Povodí těchto čerpacích stanic jsou situována na svrchní uhelné sloji, která je specifická vyššími koncentracemi síry (2,2-6,2 %), na rozdíl od střední a spodní uhelné sloje, kde je obsah síry pouze 0,5-4 %.

Nejnižší koncentrace niklu byly zjištěny u odtoku z ČDV, na hlavní čerpací stanici a velkokapacitní skládce uhlí.

Závislost koncentrace niklu na úhrnu srážek je prokazatelná pouze na některých měřicích lokalitách. Nejprokazatelnější závislost srážek na množství koncentrace Ni ve vodě byla zjištěna na ČS 96 a ČS 105. Na HLČS či VKS se tato skutečnost neprokázala, jelikož jsou recipientem více čerpacích stanic a dochází zde k mísení vod.

V roce 2011 i 2012 došlo k mnohonásobnému překročení limitu koncentrace niklu v kalech. Těžba uhlí na DNT ze svrchní uhelné sloje (v této lokalitě se nachází ČS 18 a ČS 96) významně přispívá k bilanci niklu v důlních vodách, resp. kalech na ČDV.

Možností využití kalů s obsahem těžkých kovů není mnoho. První, avšak ekonomicky velmi náročnou a v současnosti neproveditelnou, je odstranění těžkého kovu z kalu. Druhou možností, avšak na DNT v současné době nepřijatelnou, je využití kalu na výsypkách či k úpravám terénu. V minulých letech se tímto způsobem s kalem z DNT nakládalo, avšak z důvodu kolísání obsahu niklu v kalech nemůže být kal takto využit. V případě, že budou koncentrace opět v limitních hodnotách, bude kal při terénních úpravách opět využíván.

Navrhuji upravit důlní vodu již na místě, aby se minimalizoval objem kalů s vysokými koncentracemi niklu. Zbývající množství kalu by bylo možné využít stávajícím způsobem na úpravu terénu. Kal s vysokými koncentracemi Ni by byl ukládán na skládku v mnohem menším množství.

Zpracování vod je procesně řešeno tak, aby odstraňovalo nežádoucí složky z vody a koncentrovalo je do objemově malého vedlejšího produktu – kalu. Produkce kalů v ČR stoupá a představuje riziko pro životní prostředí, avšak je nevyhnutelnou součástí při procesu čištění odpadních vod.

## 17. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- **AHLUWALIA S., GOYAL D., 2007:** *Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metal from wastewater.* Bioresouce Technology, Vol. 98, pp. 2243-2257.
- **BAI J., ZHANG C., WANG J., XU J., ZHOU Y., WU W., 2012:** *Environmental risk and recoverable potential evaluation of heavy metals in the sludge from the industrial wastewater in China.* Advanced Material Research, Vol. 508, pp. 196-199.
- **BENCKO V., CIKRT M., LENER J., 1995:** *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka.* Nakladatelství Grada Publishing, Praha.
- **BERNÁŠKOVÁ M., 2007:** *Povodňový plán Dolů Nástup Tušimice,* 51s.
- **JENÍČEK P., DOHÁNYOS M., 2013:** *Kalové hospodářství čistíren odpadních vod,* online:  
<http://web.vscht.cz/jenickep/Kalov%C3%A9%20hospod%C3%A1%C5%99stv%C3%AD/KH%201%20-%20p%C5%AFvod%20a%20balance%20kal%C5%AF.pdf>, cit. 14. 1. 2013.
- **JEVILOVIČ A. Z., 1979:** *Využití kalů z odpadních vod.* Nakladatelství technické literatury, 92 s.
- **Kolektiv autorů, 2005:** *Živel voda.* Agentura Koniklec Praha, ISBN 80-902606-6-7.
- **LYČKOVÁ B., CECHLOVÁ K.:** *Posouzení možnosti využití kalů z ČOV na povrchu terénu.* VŠB-TU Ostrava, HGF – Institut environmentálního inženýrství.
- **MOLDÁN B., 2001:** *Ekologická dimenze udržitelného rozvoje, UK v Praze,* Nakladatelství Karolinum.
- **NÁBĚLKOVÁ J.:** *Analýza těžkých kovů v sedimentech vodních toků.* ČVUT Praha
- **NEDBÁLEK R., 2011:** *Lom LIBOUŠ II – sever, Provozní řád zařízení pro nakládání s odpady.*

- **PETRŮ J., 1979:** *Odpady v přírodním prostředí a ve vodním hospodářství.* Nakladatelství technické literatury.
- **PÍŠA V., GULÍKOVÁ E., 2009:** *Stanovení kritických ukazatelů odvodněného kalu z ČDV Březno.* Ecoprogress, a.s. Most.
- **PITTER P., 1999:** *Hydrochemie,* VŠCHT Praha, vydání 2, ISBN 80-03-00525-6.
- **PRAHDAN J., DAS S. N., THAKUR R. S., 2000:** *Removal of nickel from aqueous solution using activatec red mud.* Light Metals: Proceedings od Sessions, pp. 157-160.
- **Předpis č. 294/2005 Sb.,** Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, aktualizováno 7. 3. 2013, online:  
<<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-294>>, cit. 25. 2. 2013.
- **SD a.s., 2013:** Severočeské doly, *Ochrana vod,* online:  
< <http://www.sdas.cz/showdoc.do?docid=1566>>, cit. 10. 11. 2012.
- **Severočeské vodárny, a.s., 2013:** *Odpadní voda,* online:  
<<http://www.svas.cz/odpadni-voda.html>>, cit. 9. 3. 2013.
- **SCHMIDT P., 2010:** *Hodnocení rizik lokality „Zařízení k využití odpadů pro rekultivaci vytěžených částí lomu Libouš II – sever v dobývacím prostoru Tušimice“.* VÚHU a.s. Most.
- **SPARROW G., 2005:** *The elements Nickel.* Marshall Cavendish Corporation, ISBN 0-7614-1811-3,online:  
<<http://books.google.cz/books?id=lgIp8ZTaYXAC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>>, cit. 17. 3. 2013.
- **ŠRÁČEK O., DATEL J., MLS J., 2000:** *Kontaminační hydrogeologie.* UK Praha, Nakladatelství Karolinum.
- **Těžba a využití černého uhlí, Vlivy hlubinného dobývání na ŽP:** online:  
<<http://tezba-a-vyuziti-cerneho-uhli.webnode.cz/vlivy-hlub-dobyvani-na-ziv-prostredi/dulni-vody/>>, cit. 13. 1. 2013.

- **VÉBER K., ZAHRADNÍK J., 1986:** *Dočišťování vod autotrofními mikroorganismy a vyššími rostlinami*. Nakladatelství Academia Praha, 1. vydání, ISBN 21-077-86, 156s.
- **VŠB, 2013:** *Zpracování kalů*, Charakteristika čistírenských kalů, online:  
<<http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Bara/charakter.html>>, cit. 5. 1. 2013.
- **Vyhláška č. 294/2005 Sb.**, o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu
- **Vyhláška č. 382/2001 Sb.**, o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě
- **WOODFORD Ch., 2012:** *Nickel*, online:  
<<http://www.explainthatstuff.com/nickel.html>>, cit. 17. 3. 2013.
- **Zákon č. 254/2001 Sb.** o vodách v platném znění
- **Zákon č. 185/2001 Sb.** o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- **ZEMAN P., 2006:** *Provozní řád vodního díla Čistírna odpadních vod Březno*, BOHEMIAPLAN s.r.o., část 1.

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

- Obr. č. 1 Světové rezervy niklu
- Obr. č. 2 Vybrané kovy a jejich zařazení do jednotlivých skupin
- Obr. č. 3 Vyznačení DNT na mapě
- Obr. č. 4 Průměrné koncentrace niklu na všech odběrných místech
- Obr. č. 5 Závislost koncentrace Ni na srážkách na ČS 105
- Obr. č. 6 Závislost koncentrace Ni na srážkách na HLČS
- Obr. č. 7 Závislost koncentrace niklu na srážkách dle korelačního koeficientu
- Obr. č. 8 Koncentrace niklu v kalech

## **SEZNAM TABULEK**

- Tab. č. 1 Množství a produkce čistírenských kalů v ČR v roce 2001
- Tab. č. 2 Specifikace využitelných odpadů
- Tab. č. 3 Množství využitelných odpadů
- Tab. č. 4 Odběrná místa vzorků vody a způsob odběru
- Tab. č. 5 Hodnoty měřených veličin na ČS 18
- Tab. č. 6 Hodnoty měřených veličin na ČS 96
- Tab. č. 7 Hodnoty měřených veličin na ČS 105
- Tab. č. 8 Hodnoty měřených veličin na ČS 260
- Tab. č. 9 Hodnoty měřených veličin na HLČS
- Tab. č. 10 Hodnoty měřených veličin na VKS
- Tab. č. 11 Hodnoty měřených veličin v nádrži Libouš
- Tab. č. 12 Hodnoty měřených veličin ve vypouštěcí nádrži ČDV
- Tab. č. 13 Hodnoty měřených veličin z odtoku ČDV
- Tab. č. 14 Závislost koncentrace niklu na srážkách dle korelačního koeficientu
- Tab. č. 15 Koncentrace niklu v kalech



## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů

Příloha č. 2 Schéma uspořádání čerpacích stanic na DNT

Příloha č. 3 Denní úhrn srážek na lokalitě Tušimice - tabulka

Příloha č. 4 Denní úhrn srážek na lokalitě Tušimice - graf

Příloha č. 5 Závislost koncentrace Ni na srážkách na ČS 18

Příloha č. 6 Závislost koncentrace Ni na srážkách na ČS 96

Příloha č. 7 Závislost koncentrace Ni na srážkách na VKS

Příloha č. 8 Závislost koncentrace Ni na srážkách v nádrži Libouš

Příloha č. 9 Závislost koncentrace Ni na srážkách ve vypouštěcí nádrži ČDV

Příloha č. 10 Protokol z odběru vzorku kalu

Příloha č. 11 Protokol o odběru odpadu-kalu

Příloha č. 12 Základní popis odpadu

Příloha č. 13 Mapa povodí na DNT

## **SEZNAM FOTOGRAFIÍ**

Fotografie č. 1 Důlní voda na DNT

Fotografie č. 2 Sériově propojené aerační nádrže na ČDV Březno

Fotografie č. 3 Aplikace manganistanu draselného na ČDV Březno

Fotografie č. 4 Kalolis na ČDV Březno

## PŘÍLOHY

### Příloha č. 1 Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota
Kovy		
As	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	10
Cd	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	1
Cr celk.	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	200
Hg	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	0,8
Ni	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	80
Pb	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	100
V	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	180
Monocyklické aromatické uhlovodíky (nehalogenované)		
BTEX	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	0,4
Polycyklické aromatické uhlovodíky		
PAU	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	6
Chlorované alifatické uhlovodíky		
EOX	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	1
Ostatní uhlovodíky (směsné, nehalogenované)		-
Uhlovodíky C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub>	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	300
Ostatní aromatické uhlovodíky (halogenované)		
PCB	mg.kg <sup>-1</sup> suš.	0,2

Zdroj: Vyhláška č. 294/2005 Sb.

Použité zkratky:

BTEX - suma benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenu

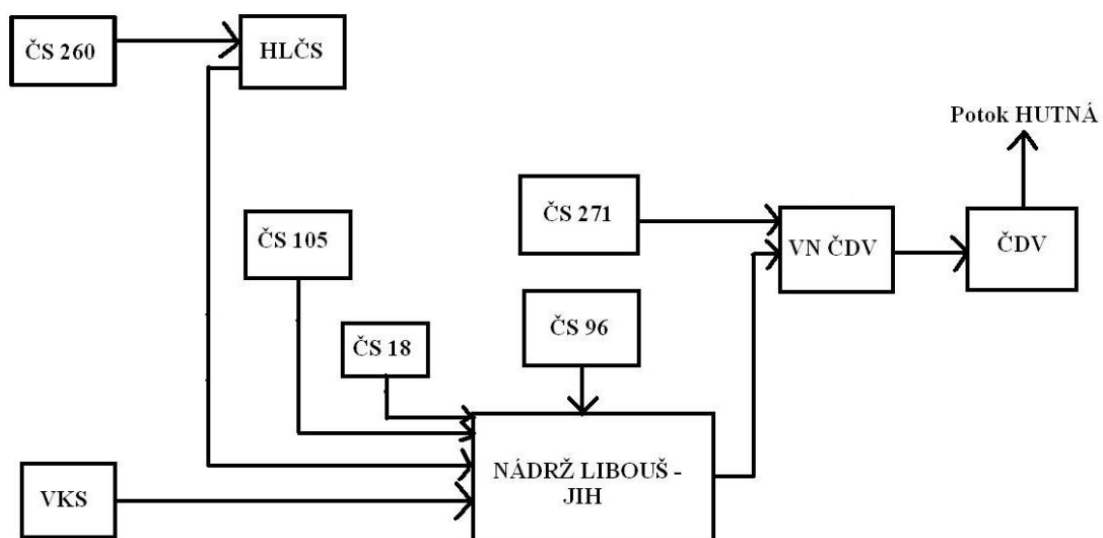
PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky

(suma antracenu, benzo(a)antracenu, benzo(a)pyrenu, benzo(b)fluoranthenu, benzo(ghi)perylenu, benzo(k)fluoranthenu, fluoranthrenu, fenanthrenu, chrysenu, indeno(1,2,3-cd)pyrenu, naftalenu a pyrenu)

EOX - extrahovatelné organicky vázané halogeny

PCB - polychlorované bifenyly (suma kongenerů č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

*Příloha č. 2 Schéma uspořádání čerpacích stanic na DNT*



**Příloha č. 3 Denní úhrn srážek na lokalitě Tušimice - tabulka**

Datum	Srážky [mm]
1. 9. 2012	0
2. 9. 2012	0
3. 9. 2012	0
4. 9. 2012	0
5. 9. 2012	0
6. 9. 2012	0
7. 9. 2012	0
8. 9. 2012	0
9. 9. 2012	0
10. 9. 2012	<b>0,1</b>
11. 9. 2012	<b>9</b>
12. 9. 2012	<b>15,8</b>
13. 9. 2012	<b>0,4</b>
14. 9. 2012	0
15. 9. 2012	0
16. 9. 2012	0
17. 9. 2012	0
18. 9. 2012	<b>3</b>
19. 9. 2012	<b>4,2</b>
20. 9. 2012	0
21. 9. 2012	<b>3,9</b>
22. 9. 2012	0
23. 9. 2012	0
24. 9. 2012	<b>0,2</b>
25. 9. 2012	0
26. 9. 2012	<b>3,7</b>
27. 9. 2012	<b>1,9</b>
28. 9. 2012	0
29. 9. 2012	0
30. 9. 2012	0

Datum	Srážky [mm]
1. 10. 2012	0
2. 10. 2012	0
3. 10. 2012	0
4. 10. 2012	<b>5,9</b>
5. 10. 2012	0
6. 10. 2012	<b>9,6</b>
7. 10. 2012	<b>2,6</b>
8. 10. 2012	0
9. 10. 2012	0
10. 10. 2012	0
11. 10. 2012	0
12. 10. 2012	<b>4,8</b>
13. 10. 2012	0
14. 10. 2012	0
15. 10. 2012	0
16. 10. 2012	0
17. 10. 2012	0
18. 10. 2012	0
19. 10. 2012	<b>0,2</b>
20. 10. 2012	<b>0,6</b>
21. 10. 2012	<b>0,6</b>
22. 10. 2012	<b>0,1</b>
23. 10. 2012	0
24. 10. 2012	0
25. 10. 2012	0
26. 10. 2012	<b>14,6</b>
27. 10. 2012	<b>5,8</b>
28. 10. 2012	0
29. 10. 2012	0
30. 10. 2012	0
31. 10. 2012	0

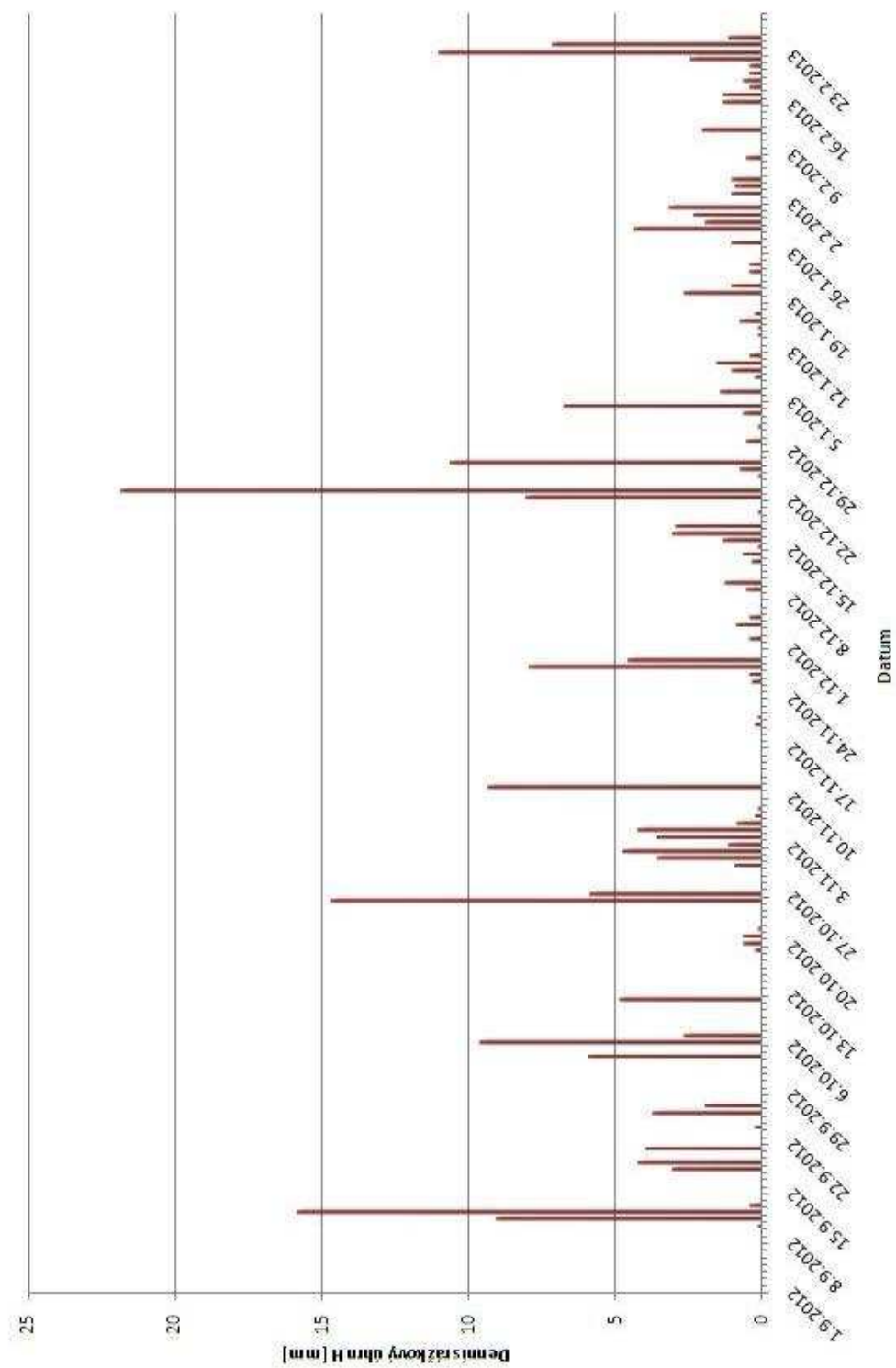
Datum	Srážky [mm]
1. 11. 2012	<b>3,5</b>
2. 11. 2012	<b>4,7</b>
3. 11. 2012	<b>1,1</b>
4. 11. 2012	<b>3,5</b>
5. 11. 2012	<b>4,2</b>
6. 11. 2012	<b>0,8</b>
7. 11. 2012	<b>0,2</b>
8. 11. 2012	<b>0,1</b>
9. 11. 2012	0
10. 11. 2012	0
11. 11. 2012	<b>9,3</b>
12. 11. 2012	0
13. 11. 2012	0
14. 11. 2012	0
15. 11. 2012	0
16. 11. 2012	0
17. 11. 2012	0
18. 11. 2012	0
19. 11. 2012	0
20. 11. 2012	<b>0,2</b>
21. 11. 2012	<b>0,1</b>
22. 11. 2012	0
23. 11. 2012	0
24. 11. 2012	0
25. 11. 2012	0
26. 11. 2012	<b>0,3</b>
27. 11. 2012	<b>0,4</b>
28. 11. 2012	<b>7,9</b>
29. 11. 2012	<b>4,5</b>
30. 11. 2012	0

Datum	Srážky [mm]
1. 12. 2012	0
2. 12. 2012	<b>0,4</b>
3. 12. 2012	0
4. 12. 2012	<b>0,8</b>
5. 12. 2012	<b>0,8</b>
6. 12. 2012	0
7. 12. 2012	0
8. 12. 2012	0
9. 12. 2012	<b>0,5</b>
10. 12. 2012	<b>1,2</b>
11. 12. 2012	0
12. 12. 2012	0
13. 12. 2012	<b>0,3</b>
14. 12. 2012	<b>0,6</b>
15. 12. 2012	<b>0,1</b>
16. 12. 2012	<b>1,3</b>
17. 12. 2012	<b>3</b>
18. 12. 2012	<b>2,9</b>
19. 12. 2012	0
20. 12. 2012	<b>0,1</b>
21. 12. 2012	0
22. 12. 2012	<b>8</b>
23. 12. 2012	<b>21,8</b>
24. 12. 2012	0
25. 12. 2012	<b>0,1</b>
26. 12. 2012	<b>0,7</b>
27. 12. 2012	<b>10,6</b>
28. 12. 2012	0
29. 12. 2012	0
30. 12. 2012	<b>0,5</b>
31. 12. 2012	0

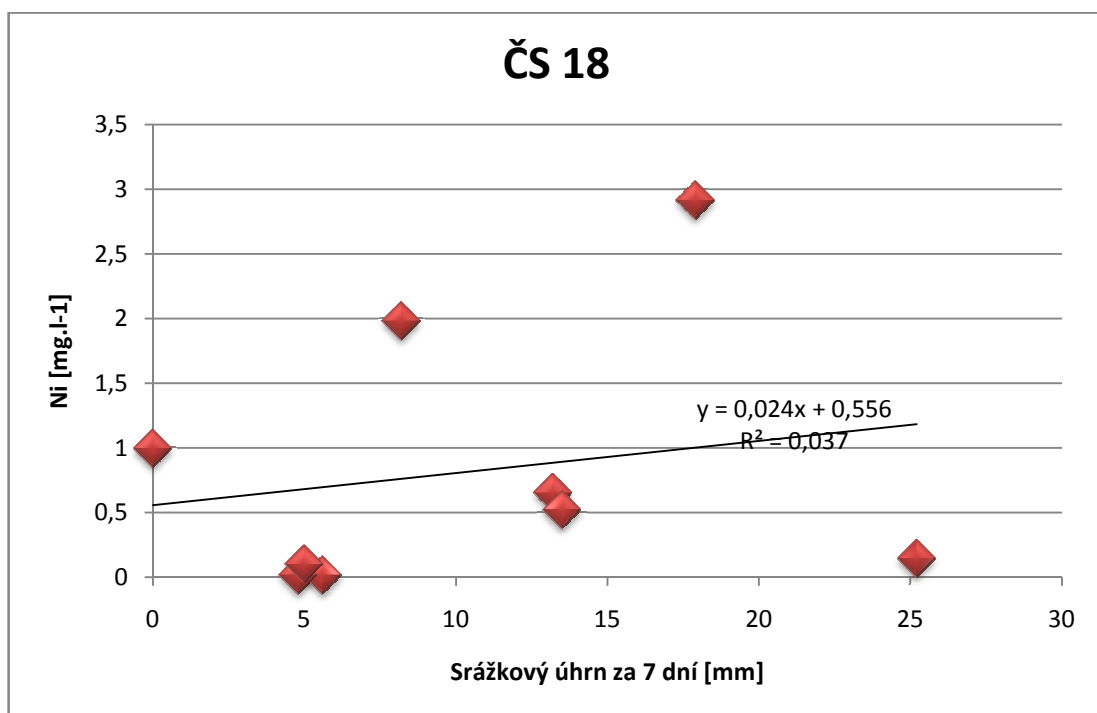
Datum	Srážky [mm]
1. 1. 2013	<b>0,1</b>
2. 1. 2013	0
3. 1. 2013	<b>0,6</b>
4. 1. 2013	<b>6,7</b>
5. 1. 2013	0
6. 1. 2013	<b>1,4</b>
7. 1. 2013	0
8. 1. 2013	<b>0,2</b>
9. 1. 2013	<b>1</b>
10. 1. 2013	<b>1,5</b>
11. 1. 2013	<b>0,4</b>
12. 1. 2013	0
13. 1. 2013	0
14. 1. 2013	<b>0,1</b>
15. 1. 2013	<b>0,1</b>
16. 1. 2013	<b>0,7</b>
17. 1. 2013	<b>0,2</b>
18. 1. 2013	0
19. 1. 2013	0
20. 1. 2013	<b>2,6</b>
21. 1. 2013	<b>1</b>
22. 1. 2013	0
23. 1. 2013	<b>0,4</b>
24. 1. 2013	<b>0,4</b>
25. 1. 2013	0
26. 1. 2013	0
27. 1. 2013	<b>1</b>
28. 1. 2013	0
29. 1. 2013	<b>4,3</b>
30. 1. 2013	<b>1,9</b>
31. 1. 2013	<b>2,3</b>

Datum	Srážky [mm]
1. 2. 2013	<b>3,1</b>
2. 2. 2013	0
3. 2. 2013	<b>1</b>
4. 2. 2013	<b>0,9</b>
5. 2. 2013	<b>1</b>
6. 2. 2013	0
7. 2. 2013	0
8. 2. 2013	<b>0,5</b>
9. 2. 2013	0
10. 2. 2013	0
11. 2. 2013	0
12. 2. 2013	<b>2</b>
13. 2. 2013	0
14. 2. 2013	0
15. 2. 2013	0
16. 2. 2013	<b>1,3</b>
17. 2. 2013	<b>1,3</b>
18. 2. 2013	<b>0,4</b>
19. 2. 2013	<b>0,6</b>
20. 2. 2013	<b>0,4</b>
21. 2. 2013	<b>0,4</b>
22. 2. 2013	<b>2,4</b>
23. 2. 2013	<b>11</b>
24. 2. 2013	<b>7,1</b>
25. 2. 2013	<b>1,1</b>
26. 2. 2013	0
27. 2. 2013	0
28. 2. 2013	0

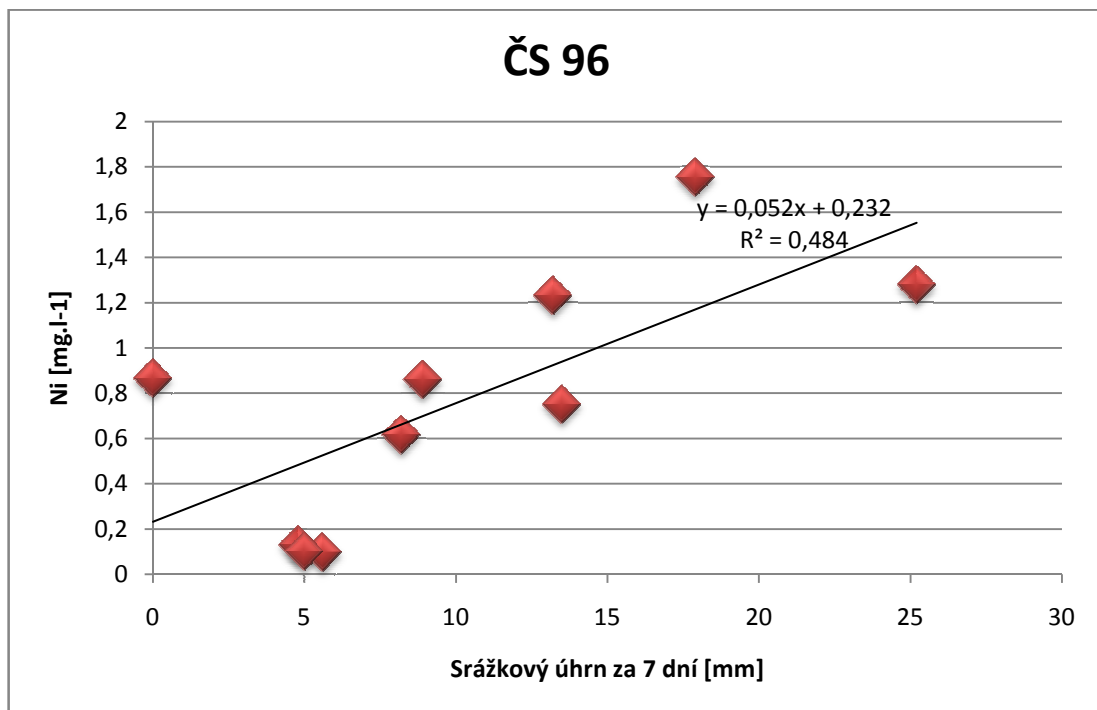
**Příloha č. 4 Denní úhrn srážek na lokalitě Tušimice - graf**



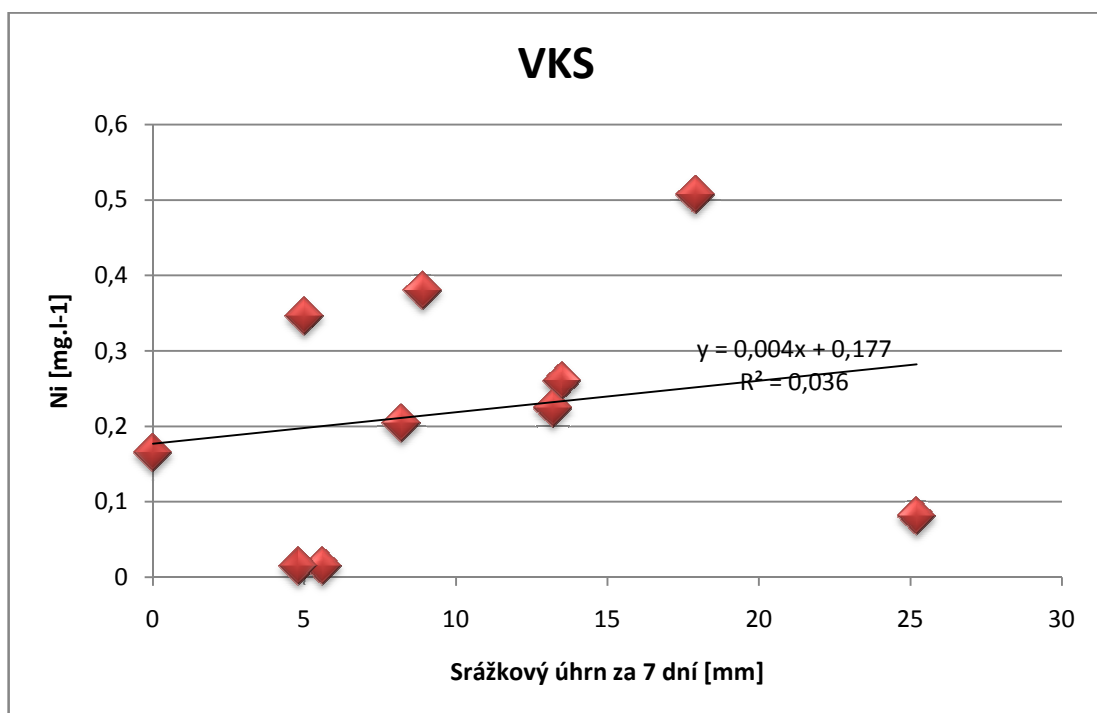
**Příloha č. 5 Závislost koncentrace Ni na srážkách na ČS 18**



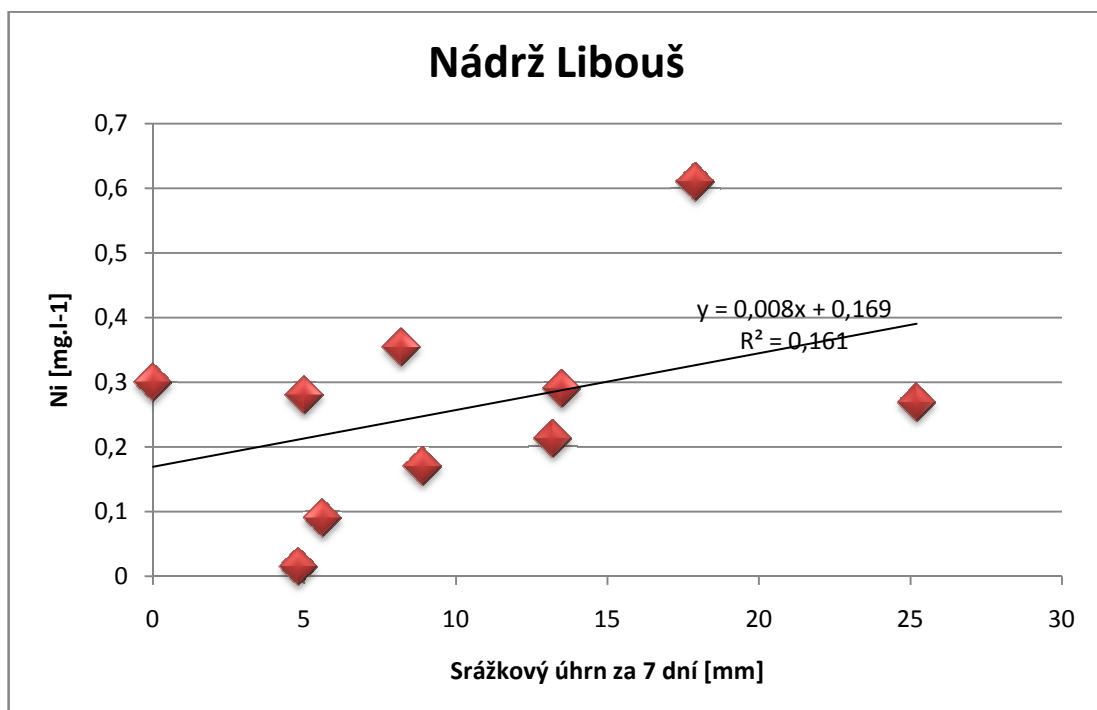
**Příloha č. 6 Závislost koncentrace Ni na srážkách na ČS 96**



**Příloha č. 7 Závislost koncentrace Ni na srážkách na VKS**

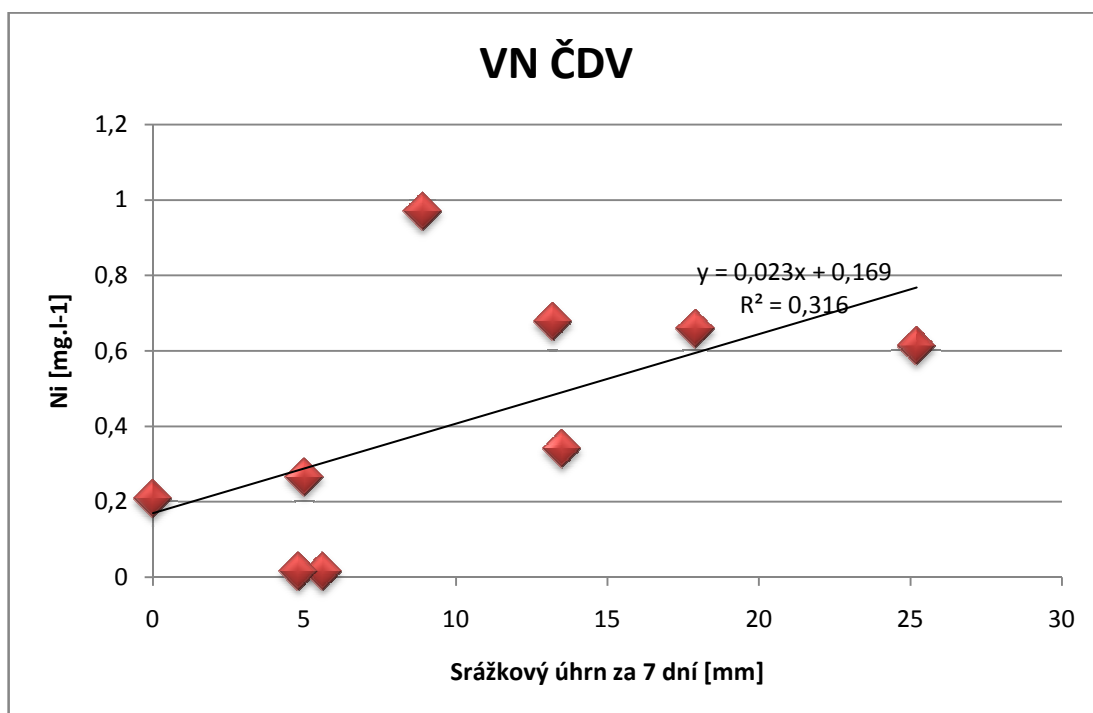


**Příloha č. 8 Závislost koncentrace Ni na srážkách v nádrži Libouš**





**Příloha č. 9 Závislost koncentrace Ni na srážkách ve vypouštěcí nádrži ČDV**



## Příloha č. 10 Protokol z odběru vzorku kalu

**ALS Laboratory Group**  
ANALYTICAL CHEMISTRY & TESTING SERVICES



Environmental Division - Europe

### Protokol o zkoušce

Zakázka	: PR1118730	Datum vystavení	: 19.5.2011
Zákazník	: Severočeské doly, a.s.	Laboratoř	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Kontakt	: Ing. Rostislav Nedbálek	Kontakt	: Zákaznický servis
Adresa	: Doly Nástup Tušimice 432 01 Kadaň	Adresa	: Na Harfě 336/9, Praha 9 - Vysočany, 190 00, Česká republika
E-mail	: nedbalek@sdas.cz	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telefon	: +420 6077 94830	Telefon	: +420 226 226 228
Fax	: ---	Fax	: +420 284 081 635
Projekt	: Odpad k.č. 19 08 14	Stránka	: 1 z 3
Číslo objednávky	: OST48038003	Datum přijetí vzorků	: 11.5.2011
Číslo předávacího protokolu	: ---	Číslo nabídky	: ---
Místo odběru	: ---	Datum zkoušky	: 12.5.2011 - 19.5.2011
Vzorkoval	: ALS Česká Lípa	Úroveň řízení kvality	: Standardní QC dle ALS ČR interních postupů

#### Poznámky

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak, než celý.  
Laboratoř prohlašuje, že výsledky zkoušek se týkají pouze vzorků, které jsou uvedeny na tomto protokolu.  
Protokol o odběru vzorku č. 157/SCH/2011 je nedílnou součástí protokolu o zkoušce.

#### Jméno oprávněné osoby

Tento dokument je elektronicky podepsán oprávněnými osobami  
uvedenými v příloze osvědčení o akreditaci č. 521/2008. Osvědčení o  
akreditaci pro zkušební laboratoř č. 1163 vydal Český institut pro akreditaci.

Jméno oprávněné osoby

Zdeněk Jiráček

Pozice

Organic Department Manager



Zkušební laboratoř  
akreditovaná ČIA



ALS Czech Republic, s.r.o.

Part of the ALS Laboratory Group

Na Harfě 336/9, Praha 9 - Vysočany, 190 00, Česká republika  
Tel. +420 226 226 228 Fax. +420 284 081 635 www.alsenviro.com  
A Campbell Brothers Limited Company

Datum vystavení : 19.5.2011  
 Stránka : 2 z 3  
 Zakázka : PR1118730  
 Zákazník : Severočeské doly, a.s.



## Výsledky zkoušek

Vyhláška č. 294/2005 Sb. - tab. 10.1 - odpad na povrch terénu - sušina

Matrice: KAL				Název vzorku		Vyhl. 294/2005 - odpad - sušina - tab. 10.1			
				19 08 14					
				PR1118730001					
				11.5.2011 00:00					
Parametr	Metoda	LOQ	Jednotka	Výsledek	NM	Limit (min.)	Limit (max.)	Jednotka	Vyhodnocení
<b>fyzikální parametry</b>									
sušina při 105 °C	S-DRY-GRCI	0.10	%	58.4	±10.0 %	---	---		---
<b>souhrnné parametry</b>									
extrahovatelné organické halogeny (EOX)	S-EOX-COU	1.0	mg/kg suš.	<1.0	---	---	1	mg/kg suš.	Vyhovuje
<b>extrahovatelné kovy / hlavní kationty</b>									
As	S-METAXHB1	1.00	mg/kg suš.	3.65	±20.0 %	---	10	mg/kg suš.	Vyhovuje
Cd	S-METAXHB1	0.40	mg/kg suš.	<0.40	---	---	1	mg/kg suš.	Vyhovuje
Co	S-METAXHB1	0.20	mg/kg suš.	58.4	±20.0 %	---	---		---
Cr	S-METAXHB1	1.00	mg/kg suš.	4.04	±20.0 %	---	200	mg/kg suš.	Vyhovuje
Fe	S-METAXHB1	10	mg/kg suš.	7030	±20.0 %	---	---		---
Hg	S-METAXHB1	0.20	mg/kg suš.	<0.20	---	---	0.8	mg/kg suš.	Vyhovuje
Mn	S-METAXHB1	0.50	mg/kg suš.	5970	±20.0 %	---	---		---
Ni	S-METAXHB1	1.0	mg/kg suš.	59.5	±20.0 %	---	80	mg/kg suš.	Vyhovuje
Pb	S-METAXHB1	1.0	mg/kg suš.	3.6	±20.0 %	---	100	mg/kg suš.	Vyhovuje
V	S-METAXHB1	1.00	mg/kg suš.	6.01	±20.0 %	---	180	mg/kg suš.	Vyhovuje
Zn	S-METAXHB1	3.0	mg/kg suš.	85.9	±20.0 %	---	---		---
<b>BTEX</b>									
benzen	S-VOCGMS01	0.020	mg/kg suš.	<0.020	---	---	---		---
ethylbenzen	S-VOCGMS01	0.020	mg/kg suš.	<0.020	---	---	---		---
meta- & para-xylen	S-VOCGMS01	0.020	mg/kg suš.	<0.020	---	---	---		---
ortho-xylen	S-VOCGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
suma BTEX	S-VOCGMS01	0.170	mg/kg suš.	<0.170	---	---	0.4	mg/kg suš.	Vyhovuje
suma xylenů	S-VOCGMS01	0.030	mg/kg suš.	<0.030	---	---	---		---
toluen	S-VOCGMS01	0.10	mg/kg suš.	<0.10	---	---	---		---
<b>polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)</b>									
anthracen	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
benzo(a)anthracen	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
benzo(a)pyren	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
benzo(b)fluoranthren	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
benzo(g,h,i)perylene	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
benzo(k)fluoranthren	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
chrysen	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
fenanthren	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
fluoranthren	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	0.018	±30.0 %	---	---		---
indeno(1,2,3-cd)pyren	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
naftalen	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	<0.010	---	---	---		---
pyren	S-PAHGMS01	0.010	mg/kg suš.	0.016	±30.0 %	---	---		---
suma 12 PAU (odpad)	S-PAHGMS01	0.120	mg/kg suš.	<0.120	---	---	6	mg/kg suš.	Vyhovuje
<b>PCB</b>									
PCB 101	S-PCBECD04	0.0200	mg/kg suš.	<0.0200	---	---	---		---
PCB 118	S-PCBECD04	0.0200	mg/kg suš.	<0.0200	---	---	---		---
PCB 138	S-PCBECD04	0.0200	mg/kg suš.	<0.0200	---	---	---		---
PCB 153	S-PCBECD04	0.0200	mg/kg suš.	<0.0200	---	---	---		---
PCB 180	S-PCBECD04	0.0200	mg/kg suš.	<0.0200	---	---	---		---
PCB 28	S-PCBECD04	0.0200	mg/kg suš.	<0.0200	---	---	---		---
PCB 52	S-PCBECD04	0.0200	mg/kg suš.	<0.0200	---	---	---		---
suma 7 PCB	S-PCBECD04	0.140	mg/kg suš.	<0.140	---	---	0.2	mg/kg suš.	Vyhovuje
<b>ropné uhlovodíky</b>									

ALS Czech Republic, s.r.o.  
 Part of the ALS Laboratory Group  
 Na Harč 336/9, Praha 9 - Vysočany, 190 00, Česká republika  
 Tel. +420 226 226 228 Fax. +420 284 081 635 www.alsenviro.com  
 A Campbell Brothers Limited Company

Datum vystavení : 19.5.2011  
 Stránka : 3 z 3  
 Zakázka : PR1118730  
 Zákazník : Severočeské doly, a.s.



## Výsledky zkoušek

Vyhláška č. 294/2005 Sb. - tab. 10.1 - odpad na povrch terénu - sušina

Matrice: KAL		Název vzorku		19 08 14	Vyhl. 294/2005 - odpad - sušina - tab. 10.1				
		Identifikace vzorku (lab.)		PR1118730001					
		Datum odběru/čas odběru		11.5.2011 00:00					
Parametr	Metoda	LOQ	Jednotka	Výsledek	NM	Limit (min.)	Limit (max.)	Jednotka	Vyhodnocení
>C10 - C40 frakce	S-TPHFID01	20	mg/kg suš.	<20	—	—	300	mg/kg suš.	Vyhovuje

Pokud zákazník neuvede datum a čas odběru vzorků, laboratoř uvede jako datum odběru datum přijetí vzorku do laboratoře a je uvedeno v závorce. Pokud je čas vzorkování uveden 0.00 znamená to, že zákazník uvedl pouze datum a neuvedl čas vzorkování. Nejistota je rozšířená nejistota měření odpovídající 95% intervalu spolehlivosti s koeficientem rozšíření k = 2.

Vysvětlivky: LOQ = Mez stanovitelnosti; NM = Nejistota měření

## Konec výsledkové části protokolu o zkoušce

### Přehled zkušebních metod

Analytická metoda	Popis metody
<i>Místo provedení zkoušky: Bendlova 1687/7, Česká Lípa, 470 03, Česká republika</i>	
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (ČSN ISO 11465) Stanovení celkové sušiny gravimetricky; CZ_SOP_D06_07_046 (ČSN ISO 11465, ČSN EN 12880, ČSN 46 5735) Stanovení sušiny a vlhkosti gravimetricky.
S-EOX-COU	CZ_SOP_D06_07_025 (DIN 38 409-H8, DIN 38414-S17) Stanovení extrahovatelných organicky vázaných halogenů (EOX).
<i>Místo provedení zkoušky: Na Harfě 336/9, Praha 9 - Vysočany, 190 00, Česká republika</i>	
S-METAXHB1	CZ_SOP_D06_02_001 (EPA 200.7, ISO 11885) Stanovení prvků metodou atomové emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cr(VI), Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, V, Zn, Zr
S-PAHGMS01	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, ČSN EN ISO 6468) Stanovení semivolatilních organických látek metodou plynové chromatografie s MS detekcí
S-PCBECD04	CZ_SOP_D06_03_166 (DIN 38407, část 2, EPA 8082) Stanovení polychlorovaných bifenylů - kongenerová analýza metodou plynové chromatografie s ECD detekcí
S-TPHFID01	CZ_SOP_D06_03_150 (EN 14039) Stanovení uhlovodíků C10 - C40 metodou plynové chromatografie s FID detekcí
S-VOCGMS01	CZ_SOP_D06_03_155 (EPA 624, EPA 8260) Stanovení těkavých organických látek metodou plynové chromatografie s MS detekcí
<i>Přípravné metody</i>	
<i>Místo provedení zkoušky: Bendlova 1687/7, Česká Lípa, 470 03, Česká republika</i>	
*S-PPHOM0.3	CZ_SOP_D06_07_P01 Úprava pevných vzorků k provedení analýz dle interního předpisu.
*S-PPHOM4	CZ_SOP_D06_07_P01 Úprava pevných vzorků k provedení analýz dle interního předpisu.

Symbol \*\*\* u metody značí neakreditovanou zkoušku. V případě, že laboratoř použila pro neakreditovanou nebo nestandardní matici vzorku postup uvedený v akreditované metodě a vydává neakreditované výsledky, je tato skutečnost uvedena na titulní straně tohoto protokolu v oddílu „Poznámky“.

Způsob výpočtu sumačních parametrů je k dispozici na vyžádání v zákaznickém servisu.

Příloha č. 11 Protokol o odběru odpadu-kalu



ALS Czech Republic, s.r.o., Na Hradě 336/9, 190 00 Praha 9

Číslo ovládacího protokolu: 157/SCH/2011		PR1118730	
Zakazník: Severočeské doly a.s. Boženy Němcové 5369 430 01 Chomutov		Název zakázky: Odpad k.č. 19 08 14	
Účel odběru, specifikace plánu vzorkování: Dle požadavků zakazníka a z. SÚP/07/11. Jde o jednorázovou zakázku proto je Protokol o odběru zároveň plámem postupu vzorkování!		Meteorologické podmínky: Umíř. technologie, +22°C	
Identifikace a popis odběrového místa: Areal ODV (čistírna důlních vod) v obci Bláznov u Chomutova, konkrétně na vyřezávaný a odvozený kal		Datum odběru: 11.5.2011	
Označení vzorku: 19 08 14		Vzorkování: od - do: 10:15 - 10:30	
Documentace vzorkovaného objektu, údaje a průběhu vzorkování:			
Velikost vzorkovaného objektu:	Podstava odběru (m):	Podstava odběru (m):	Metoda odběru (popis způsobu odběru je uveden):
Vzorkovaný objekt: Kontejner na vyřezávaný kal z kalosu u brány (ochad pan. Hlaváček)	Podstava odběru (m):	Podstava odběru (m):	Vzhled a popis vzorku:
19 08 14	15	15	CZ_SOP_DMS_07_V09 ČSN EN ISO 6007-13-1 a 3, ČSN ISO 6007-14). Odběr vzorku kalu z čistírny a úpraven vod
Dokumentace vzorkovaného objektu, údaje a průběhu vzorkování:			
Parametr	Požadavky na laboratoř	Vzorovnice	Zubíle
	Úprava a konzervace		
Dle požadavků zakazníka		NE pylci	Odběr provedl: Miroslav Schütz ALS Czech Republic, s.r.o. Na Hradě 336/9 190 00 Praha 9 IČ: 430 734 163 BSE E-mail: Petr@ALS.czechia.com
Způsob uložení a doprava vzorku do laboratoře:			Odběrem vzorku je doprovázena ověřovací listina materiálu při ověření metodou odběru, z důvodu přímého vyčištění heterogenity vzorku. Vzorky jsou bez konzervace. Při odběru vzorku je zabezpečeno ochrana vzorku před kontaminací. Odběr vzorku je prováděn v ochranném obleku a s rukavicemi. Na vzorku je uvedeno číslo vzorku a číslo odběru.
Datum: 11.5.2011	Čas: 14:00	Převzal: ing. Lucie Jířnová	Odpis:

## Základní popis odpadu

pro přijetí odpadu k využití při terénních úpravách v lomu

ve smyslu zákona č.185/2001 Sb. ve znění novel a jeho prováděcích právních předpisů

<b><u>Identifikační údaje dodavatele odpadu</u></b>					
Název společnosti:					
Sídlo:					
Adresa:					
IČ:					
<u>Název, adresa provozovny, kde odpad vznikl</u>					
Provozovna:					
<u>Název druhu odpadu, katalogové číslo, kategorie, případný výčet nebezpečných vlastností</u>					
Název druhu odpadu:					
<u>Katalogové číslo odpadu</u>					
<u>Kategorie odpadu</u>					
Výčet nebezpečných vlastností odpadu pokud je odpad kategorie „nebezpečný odpad“ (příloha č. 2. zákona č.185/2001 Sb.)					
H1	H2	H3-A	H3-B	H4	H5
H6	H7	H8	H9	H10	H11 1
H12	H13	<u>H14</u>	žádná		
H1 výbušnost, H2 oxidační schopnost, H3-A vys. hořlavost, H3-B hořlavost, H4 dráždivost, H5 škodlivost zdraví, H6 toxicita, H7 karcinogenita, H8 žíravost, H9 infekčnost, H10 teratogenita, H11 mutagenita, H12 schopnost uvolňovat vys. toxické a toxické plyny ve styku s vodou a kyselinami, H13 schopnost uvolňovat nebezpečné látky do ŽP při nebo po jejich odstranění, H14 ekotoxicita					

Popis vzniku odpadu (technologie, suroviny vstupující do procesu)	
Fyzikální vlastnosti odpadu (konzistence, barva, zápach, apod.)	
<u>Odběr vzorku a jeho hodnocení.</u>	
Hodnocení bylo/nebylo zpracováno na základě zkoušek (chemické analýzy) - <i>zaškrtněte</i>	<u>BYLO</u>
	<u>NEBYLO</u>
<u>Množství odpadu v dodávce</u>	
Předpokládaná hmotnost a četnost dodávek odpadu shodných vlastností a předpokládané množství odpadu dodaného do zařízení v tunách za rok.	

Stanovení kritických ukazatelů (příloha č.1 vyhlášky č.294/2005 Sb.).	
Odpady, jejichž ZPO není třeba vypracovat na základě výsledků zkoušek	<input type="checkbox"/> nelze odebrat Odborný úsudek: reprezentativní vzorek <input type="checkbox"/> odpad lze hodnotit dle odborného úsudku
Označit způsob využití na povrchu terénu	<input type="checkbox"/> rekultivace vytěžených povrchových důlních děl <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> &lt; 1 m pod povrch</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 1 m pod povrch</li> </ul> <input type="checkbox"/> terénní úpravy nebo rekultivace (kromě rekultivace skládek) <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> &lt; 1 m pod povrch</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 1 m pod povrch</li> </ul>
Doplňující informace o odpadu, přílohy apod. (protokol o odběru vzorku, protokol o výsledcích zkoušek)	
Údaje o osobě odpovědné za úplnost, správnost a pravdivost uvedených informací v základním popisu.	



Jméno a příjmení:	Firma, sídlo:	
Telefon:		
E_mail:	Podpis:	
Čestné prohlášení dodavatele odpadu.		
<p>Všechny informace uvedené v tomto základním popisu odpadu (dále ZPO) jsou úplné, pravdivé a vztahují se ke skutečnostem známým v době vzniku tohoto ZPO. V případě, že dojde ke změně surovin a technologie procesu, ve kterém odpad vzniká nebo dalším změnám, které ovlivní kvalitativní ukazatele odpadu klíčové pro jeho přijetí do zařízení provozovatele, bude ZPO při takové každé změně ze strany původce nebo dodavatele neprodleně aktualizován a bude tato změna neprodleně písemně oznámena provozovateli.</p>		
Původce odpadu	Oprávněná osoba	Provozovatel
Razítko, podpis	Razítko, podpis	zařízení
		Razítko, podpis
		Převzato dne:

**Příloha č. 13 Mapa povodí na DNT**

